ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 22 NOVEMBRE 1948.

PRÉSIDENCE DE M. HENRI VILLAT.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** souhaite la bienvenue à MM. **Fernando Gäspar**, Professeur à l'Université de Rosario, **Julio Rey Pastor**, Membre de l'Académie des Sciences de Madrid, Professeur à l'Université de Buenos-Aires, qui assistent à la séance.

ARITHMÉTIQUE ET THÉORIE DES ENSEMBLES. — *Sur une égalité numérique et sur l'addition vectorielle de certains ensembles.* Note de M. **Émile Borel**.

Soient $0/1$ et $1/2$ les extrémités d'un intervalle AB; plaçons sur AB toutes les fractions irréductibles p/q dont le dénominateur q est au plus égal à un entier donné n. Soient alors p/q et p'/q' deux points consécutifs; il est certain que $q+q'$ est supérieur à n : sinon, la fraction $(p+p')/(q+q')$ aurait dû être placée entre p/q et p'/q'.

Si l'on donne q et q' premiers entre eux et satisfaisant aux conditions précédentes pour une valeur donnée de n, il y a toujours sur AB, deux, et deux seulement, fractions consécutives p/q et p'/q', l'intervalle qui les sépare ayant la longueur $1/qq'$. La somme de tous les intervalles ainsi définis, est, quel que soit n, égale à la longueur de AB. On peut donc énoncer le théorème suivant :

Soient q et q' un couple quelconque d'entiers premiers entre eux, au plus égaux à n, la somme $q+q'$ étant supérieure à n; on a, quel que soit l'entier n

$$\sum \frac{1}{qq'} = \frac{1}{2}.$$

On peut observer que la plus grande valeur de $1/qq'$ est $1/n$ et la plus petite $1/n(n-1)$; les fractions correspondantes étant $0/1$, $1/n$, $1/(n-1)$.

Comme suite aux Notes que j'ai récemment publiées sur l'addition vectorielle de certains ensembles de mesure nulle (¹), je tiens à m'excuser de n'avoir pas connu les résultats que M. Denjoy vient de rappeler (²) et qui sont très antérieurs à ceux que j'ai cités de M. Marshall Hall junior. Toutefois, ces résultats ne concernent pas les généralisations que j'ai indiquées, ainsi que mes résultats relatifs aux ensembles de mesure nulle partout denses (raréfactions R, ρ et *r*).

Il resterait à examiner les relations entre ces généralisations et les résultats particulièrement intéressants de M. Denjoy qui étaient restés jusqu'ici inédits et qui énoncent des conditions à la fois nécessaires et suffisantes.

EMBRYOGÉNIE VÉGÉTALE. — *Embryogénie des Caprifoliacées. Développement de l'embryon chez le* Symphoricarpos occidentalis *Hook*. Note de M. **René Souèges**.

Mes précédentes recherches sur le *Lonicera biflora* Desf. (¹) n'ont pas apporté des renseignements bien satisfaisants sur l'embryogénie des Caprofoliacées, puisqu'elles ont seulement montré que l'embryon de cette espèce n'obéissait pas, dans son développement, à des règles précises, qu'il était, par conséquent, difficile de déterminer des différences ou des ressemblances permettant de le comparer étroitement à l'un quelconque des types embryonomiques connus et de reconnaître avec certitude les véritables affinités du groupe. On sait, d'autre part, que Édith Moissl n'a pu observer, chez le *Symphoricarpos racemosus*, d'autre stade que celui d'une tétrade linéaire. Il y aurait, semble-t-il, une grande irrégularité et une grande diversité de formes dans la famille, qui, comportant seulement une dizaine de genres avec 200 espèces environ, apparaîtrait comme un groupement d'ordre secondaire, fort disparate dans ses origines.

Si l'on considère la suite des formes représentées en 1, 3, 5, 8, 10, 11, 12, 17, 18, 20, 21, 22, 24, 26, 27, 28, 32 à 36, on peut remarquer qu'elles constituent une série régulière se rapportant incontestablement à une tétrade linéaire à 4 éléments superposés, *cc*, *cd*, *m* et *ci* (*fig.* 5). L'élément *cc* donne d'abord 2 (*fig.* 10, 12), puis 4 cellules disposées en tétraèdre ; celle du sommet fonctionnant comme cellule épiphysaire (*fig.* 18, 20). Il engendre finalement la partie cotylée *sensu lato*. L'élément *cd* donne également 2 cellules (*fig.* 10, 12), puis 4, généralement circumaxiales (*fig.* 21), dans lesquelles des cloisons prématurément transversales (*fig.* 17, 26) peuvent précéder les cloisons verticales. Cet élément *cd* donne naissance à la partie hypocotylée et aux initiales de l'écorce au sommet radiculaire. Celles-ci se différencient parfois de très bonne heure par un processus qui rappelle celui qui a été observé chez les *Nicotiana* (²) (*fig.* 27). Le blastomère *m* de

---

(¹) *Comptes rendus*, 227, 1948, p. 103, 453 et 790.
(²) *Comptes rendus*, 227, 1948, p. 928.

(¹) *Comptes rendus*, 221, 1945, p. 480.
(²) R. Souèges, *Comptes rendus*, 170, 1920, p. 1125; *Bull. Soc. Bot. Fr.*, 69, 1922, p. 166.

la tétrade donne aussi deux éléments juxtaposés (*fig.* 10, 12), puis 4 cellules circumaxiales (*fig.* 17, 20, 21), qui se segmentent, aux stades suivants, le plus souvent transversalement (*fig.* 18, 24), mais qui peuvent aussi, avant de se cloisonner transversalement, prendre des cloisons longitudinales (*fig.* 32, 33), ou nettement obliques (*fig.* 27). Ce

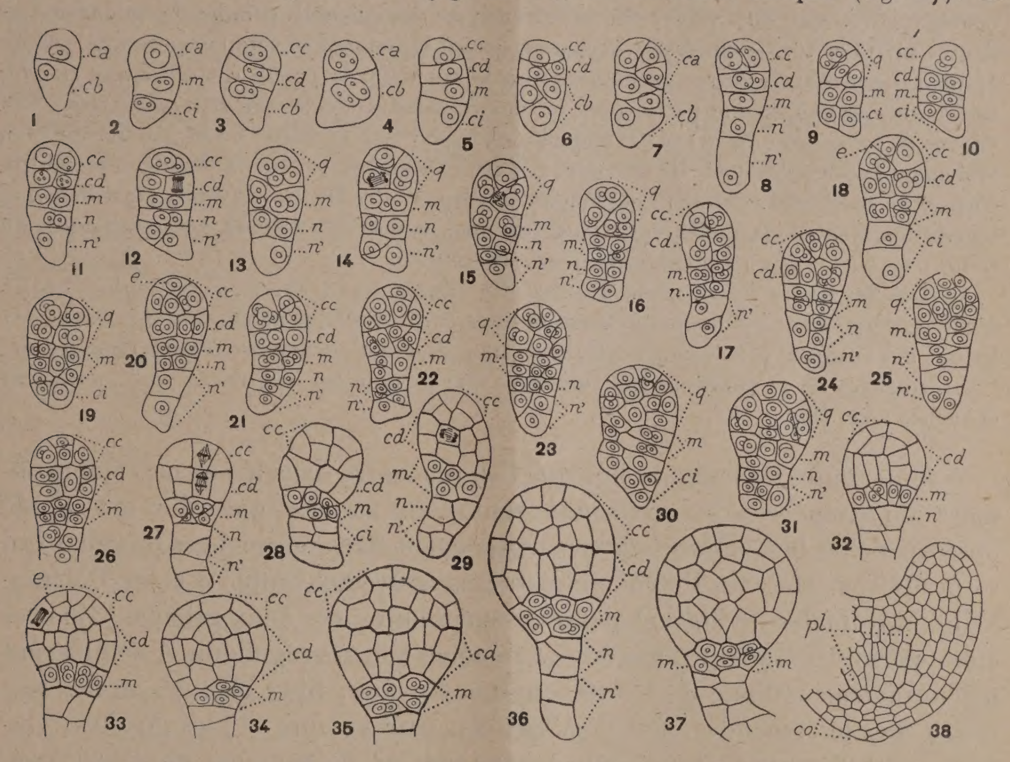


Fig. 1 à 38. — *Symphoricarpos occidentalis* Hook. — Les principaux termes du développement de l'embryon. *ca* et *cb*, cellule apicale et cellule basale du proembryon bicellulaire; *cc*, cellule supérieure de la tétrade ou partie cotylée *sensu lato*; *cd*, cellule subterminale de la tétrade ou partie hypocotylée; *m*, cellule-fille supérieure de *cb* ou primordium de la coiffe *ci*, cellule-inférieure; de *cb*, ou suspenseur; *n* et *n'*, cellules-filles de *ci*; *q*, quadrants *e*, épiphyse; *pl*, plérome; *co*, coiffe. G. = 280; 140 pour la figure 38.

blastomère *m* engendre la portion médiane de la coiffe. Enfin, le blastomère inférieur de la tétrade, *ci*, peut se diviser tout d'abord transversalement pour donner 2 éléments superposés *n* et *n'* (*fig.* 8, 11), ou bien longitudinalement séparant ainsi 2 éléments juxtaposés (*fig.* 9, 10); les divisions suivantes, peu nombreuses, se succèdent irrégulièrement; elles conduisent à la formation d'un court suspenseur (*fig.* 36). On pourra aisément constater que la marche de la segmentation, les dispositions et les destinées des blastomères primordiaux, dans toute la série de ces formes procédant de la tétrade linéaire, sont tout à fait conformes à celles qui ont servi à définir les lois selon lesquelles se développe le type embryonomique du *Polemonium cæruleum* (3).

Si, d'autre part, on envisage la série des formes figurées en 1, 2, 4, 9, 13, 14, 15, 16, 19, 23, 25, et sans doute également 30 et 31 (aux stades avancés les formes se confondent avec

(3) R. Souèges, *Comptes rendus*, **208**, 1939, p. 1338; *Bull. Soc. bot. Fr.*, **86**, 1939, p. 289; *Embryogénie et Classification*, III, *Partie spéciale*, Paris, 1948, p. 89.

celles de la série précédente), on est obligé de convenir que ces formes, plus ou moins régulières, viennent se rattacher à une tétrade comportant dans sa partie supérieure deux éléments juxtaposés séparés par une cloison oblique. Le proembryon octocellulaire de la figure 9 dérive directement de cette tétrade. Les quatre éléments supérieurs de cette forme octocellulaire, qui ont valeur de quadrants, se segmentent comme le montrent les figures 14, 15 et 16. Le quadrant du sommet paraît nettement se comporter comme cellule épiphysaire; les trois autres engendrent soit uniquement la partie cotylée *sensu stricto*, soit, en même temps, une partie plus ou moins étendue de la partie hypocotylée. Aux dépens de l'étage *m* (*fig.* 9) se développerait l'hypocotyle en entier ou en partie, ou bien seulement la partie centrale de la coiffe. L'étage *ci* engendrerait cette dernière région du corps et le suspenseur ou bien uniquement le suspenseur. On retrouverait ainsi dans ces formes les mêmes profondes variations que nous a décelées l'étude embryogénique du *Gilia tricolor* ([4]) et du *Polemonium pauciflorum* ([5]).

Au delà des stades relativement avancés des figures 36 et 37, le corps embryonnaire n'offre généralement aucune différenciation intérieure, les étages ne pouvant être distingués les uns des autres et les éléments cellulaires ne présentant aucune orientation bien définie. Les histogènes ne se montrent individualisés que lorsque les cotylédons sont nettement ébauchés (*fig.* 38).

Somme toute, les irrégularités que l'on rencontre dans les formes embryonnaires du *Symphoricarpos occidentalis* sont moins accusées que celles qui ont été observées chez le *Lonicera biflora;* elles peuvent être rapprochées de celles qui se produisent chez les Polémoniacées. Ces nouveaux rapports entre Polémoniales et Rubiales ne doivent pas nous surprendre, ces deux grandes alliances étant, parmi les Gamopétales, des isostémones à fleurs régulières et ne différant primordialement l'une de l'autre que par l'ovaire, libre chez les premières, infère chez les secondes. J'ai déjà fait ressortir ailleurs ([3]) les étroites relations que présente le type embryonomique du *Polemonium cæruleum* avec l'archétype de l'*Hyoscyamus niger;* dans les deux cas, le tableau récapitulatif des lois du développement est exactement le même si l'on fait abstraction de la modification qu'entraîne, dans la disposition des blastomères, la différenciation, chez le *Polemonium*, d'une cellule épiphysaire au sommet du proembryon.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Épilobes et Rouille.*

Note de M. Gustave Nicolas et Mlle Berthe Aggéry.

Epilobium hirsutum L., *Ep. montanum* L., *Ep. parviflorum* Schreb., *Ep. roseum* Schreb. et plusieurs hybrides entre ces espèces, que nous observons depuis plusieurs années, forment des peuplements très denses, où domine *hirsutum*, dans un fossé longeant la route d'Osséja à Palau-de-Cerdagne (Pyrénées-Orientales).

Dès la fin d'avril, certains pieds d'*hirsutum* mesurant 15 à 20cm ont leurs

---

([4]) R. Souèges, *Comptes rendus*, 215, 1942, p. 543.
([5]) R. Souèges, *Comptes rendus*, 220, 1945, p. 897.

feuilles couvertes d'écidies encore fermées de *Puccinia Epilobii-tetragoni* (DC.) Wint. Cette Rouille, qui se conserve pendant l'hiver dans la partie souterraine de l'Épilobe, occasionne, chaque printemps, une infection généralisée de la partie aérienne et recouvre de ses écidies la face inférieure des feuilles. Les pieds atteints, qui se reconnaissent facilement à distance à la couleur rouge violacé de la tige et à la teinte jaunâtre des feuilles, présentent, en outre, les caractères suivants : réduction de la longueur et de l'épaisseur des tiges, des dimensions des feuilles, du nombre et de la longueur des poils épidermiques, caractères qu'indiquent bien les mesures suivantes, en centimètres, prises sur trois pieds sains (A, B, C) et sur six pieds rouillés (*a*, *b*, *c*, *d*, *e*, *f*) coupés près de leur base.

	A.	B.	C.	*a.*	*b.*	*c.*	*d.*	*e.*	*f.*
Nombre d'entre-nœuds..	10	9	10	13	9	8	7	6	6
Longueur de la tige	46,5	43	47,5	33	34,2	33,5	29,2	22,2	23
Longueur des feuilles...	6–13	5–11	6–11	4,5–9	3,5–9	3,5–7,5	3,5–7	2,5–5,5	3–6
Largeur des feuilles	1,5–3	1–2	1–2,5	0,7–2	0,7–2	0,5–1,5	0,5–1,5	0,5–1	0,5–1
Diamètre des tiges	6	5	5	4	4	3	3	2,5	2,5

L'épaisseur des tiges a été mesurée sur des coupes pratiquées dans le sixième entre-nœud à partir du sommet.

Il est à remarquer que les entre-nœuds de la base de la tige ont sensiblement la même longueur dans les deux cas (5 à 7^{cm}), et que c'est surtout par la réduction de la longueur de ceux du sommet que se traduit l'action du parasite, ce qui est logique, le mycélium envahissant la tige plus ou moins tard, lorsque les premiers entre-nœuds sont déjà formés.

D'autre part, les tiges parasitées portent des poils épidermiques beaucoup moins nombreux et plus courts que ceux des tiges saines; celles-ci sont couvertes de poils longs, aigus, mesurant 1000 à 1800^{μ} et de poils plus courts, glanduleux, ayant 200 à 600^{μ}, tandis que les tiges malades sont moins velues, avec de rares poils longs, aigus, mais surtout des poils glanduleux.

Si le mycélium envahit la tige de très bonne heure, dès sa sortie de terre, toutes les feuilles se couvrent d'écidies et se dessèchent; si l'invasion est plus tardive, celles du sommet sont indemnes et peuvent être, dès le mois d'août, le siège de la formation des urédospores provenant de la germination des écidiospores. Nous n'avons observé que très rarement des pieds portant à la fois des écidies sur les feuilles desséchées de la base et des urédospores sur celles du sommet; la plupart du temps, ces dernières apparaissent sur des plantes dépourvues d'écidies. En octobre-novembre, la majorité des *Epilobium hirsutum* attaqués par *Puccinia* sont complètement secs et leurs feuilles couvertes d'urédospores et de téleutospores.

A la lueur d'observations récentes sur le rôle des auxines chez les végétaux, ne pourrait-on admettre que le mycélium de *Puccinia* sécrète une substance,

qui, diffusant dans toute la plante en quantité suffisante, y provoquerait les désordres que nous venons d'indiquer?

Si *Epilobium hirsutum* manifeste une très grande sensibilité vis-à-vis de *Puccinia Epilobii-tetragoni*, il n'en est pas de même, dans la région qui nous intéresse, d'*Ep. roseum*, d'*Ep. parviflorum* et d'*Ep. montanum*. Ces Epilobes, bien que vivant côte-à-côte avec *hirsutum*, ne portent pas la moindre trace de Rouille. Considérés généralement comme des hôtes normaux de *Puccinia*, il faut admettre qu'ils sont doués d'une immunité locale, due aux conditions de milieu (altitude 1250^m, luminosité très vive, air très sec); alors qu'*hirsutum* est ravagé par la Rouille, presque complètement sec, fin octobre, les trois autres espèces sont encore vertes, certains pieds fleurissent même encore.

D'autre part, un certain nombre d'hybrides entre ces quatre espèces sont remarquables par leur immunité presque totale vis-à-vis de *Puccinia*, quelques individus seulement présentent une très légère sensibilité, qui se manifeste par de très rares sores ou quelques taches d'hypersensibilité. Voici les types que nous avons observés :

1° Tige et feuilles amplexicaules blanchâtres, à poils beaucoup plus courts que ceux d'*hirsutum*; fleurs plus petites, à stigmates étalés en croix; capsules couvertes de poils ras;

2° Mêmes caractères que le précédent, mais teinte plus verte et feuilles légèrement atténuées à leur base en une sorte de pétiole;

3° Mêmes caractères que 2°, mais les stigmates, plus petits, sont à peine étalés;

4° Tige portant des poils très courts, avec quatre lignes saillantes; feuilles vertes, presque glabres, longuement atténuées à leur base en pétiole; fleurs petites, d'un rose pâle, à stigmates en massue; capsules couvertes de poils ras.

Le premier est vraisemblablement un hybride *hirsutum* × *parviflorum*, les types 2 et 3 probablement des hybrides *hirsutum* × *roseum* et le n° 4 paraît correspondre à l'hybride *montanum* × *roseum* Haussk., d'après les échantillons originaux, légués par Haussknecht lui-même, qui figurent dans l'herbier de Timbal-Lagrave, au Musée d'Histoire naturelle de Toulouse. Les trois premiers sont caractérisés essentiellement par une réduction de la pilosité (poils courts, laineux), notamment sur les fruits, plus ou moins glabres. Nous ne croyons pas devoir insister ici sur ces hybrides d'Epilobes, plantes qui, comme l'a si bien dit le Frère Sennen ([1]), forment un chapitre difficile dans la Flore de Cerdagne. A part le type 1, qui comprend quelques individus présentant de très rares sores ou des taches d'hypersensibilité, tous les autres résistent à *Puccinia*, ayant hérité de l'immunité locale de l'un de leurs parents (*roseum*) ou des deux (*roseum* et *montanum*).

S'il paraît déjà intéressant de noter l'immunité, en Cerdagne, d'*Ep. parvi-*

([1]) *Bull. Soc. Bot. France*, 73, 1926, p. 650.

florum, *roseum* et *montanum* vis-à-vis de *Puccinia*, il est un autre point qui mérite de retenir l'attention, c'est la corrélation qui semble exister entre le développement du système pileux et la sensibilité; *Ep. hirsutum* en est un exemple. N'y aurait-il pas lieu, pour vérifier cette hypothèse, de rechercher si, dans les régions où ces espèces sont attaquées par la Rouille, elles le sont, cependant, moins qu'*hirsutum*?

CYTOLOGIE. — *Sur deux Graminées* (*Avénées-Airopsidées*) *à nombre chromosomique de base égal à 4 : les* Airopsis tenella (*Cav.*) *Coss. et DR. et* Periballia lævis (*Brot.*) *Asch. et Graebn.* Note (*) de M. **René de Litardière**

Les Graminées présentent des nombres chromosomiques de base variés : 7, 9, 10, 12 sont les plus fréquents, mais on trouve aussi 5, 6, 11, 13, 14, 15, 17, 19 et 20. Jusqu'ici le nombre 4 était inconnu; Walter Brown (1948) a insisté sur ce point dans une étude cytologique consacrée à des Graminées du Sud-Est des États-Unis (1). Nous avons découvert que ce nombre caractérise le genre monotype *Airopsis* [comprenant l'*A. tenella* (Cav.) Coss. et DR.], ainsi qu'une espèce du genre voisin *Periballia : P. lævis* (Brot.) Asch. et Graebn. (2). Ces deux plantes possèdent le nombre chromosomique le plus faible de toute la famille : $2n = 8$ (3). Les chromosomes offrent les caractères du type festucoïde.

Dans le genre *Periballia*, outre le *P. lævis*, espèce hispano-mauritanienne (4) qui appartient au sous-genre *Molineria* (Parl.) Asch. et Graebn., nous avons étudié, sur du matériel provenant de Sernache de Bomjardim (Beira Baixa, Portugal), le *P. involucrata* (Cav.) Janka, espèce hispano-lusitanienne (5) se rattachant au sous-genre *Euperiballia* Asch. et Graebn. Cette dernière espèce possède $2n = 14$, soit $x = 7$, nombre de base très fréquent chez les Avénées. Il serait très intéressant d'examiner une troisième espèce du genre *Periballia* (sous-genre *Molineria*), le *P. minuta* (Loefl.) Asch. et Graebn., que nous n'avons pu nous procurer jusqu'ici, afin de se rendre compte si le nombre

(*) Séance du 15 novembre 1948.

(1) *A cytological study in the Gramineæ* (*Amer. Journ. of Bot.*, 35, 1948, p. 394).

(2) Les plantes que nous avons étudiées proviennent des localités suivantes : *Airopsis tenella* (Cav.) Coss. et DR. : Baleia, près Coimbra (Portugal); *Periballia lævis* (Brot.) Asch. et Graebn. : Vila Franca, près Coimbra (Portugal).

(3) Les Monocotylédones présentent rarement ce nombre; il n'a été signalé jusqu'ici que chez des *Bellevalia* et *Dipcadi* (Liliacées) et chez des *Crocus* (Iridacées).

(4) Signalée aussi d'une façon vague dans la France méridionale par Loiseleur (*Fl. gall.* ed. 2, **1**, p. 58, sub : *Aira Lensæi* Lois.), où elle n'a pas été retrouvée.

(5) La présence de cette espèce en Corse où la mentionne Robiquet (*Rech. hist. et stat.*, *Corse*, p. 63), d'après l'herbier Clarion, est extrêmement douteuse.

de $2n = 8$ que nous avons observé chez le *P. lævis* est réellement caractéristique du sous-genre *Molineria*.

Ce nombre aberrant chez les Graminées n'est probablement pas primitif; il serait dérivé du nombre 5 qui, d'après Flovik ([6]), constituerait le nombre primitif de base de la famille. On peut, en effet, facilement concevoir qu'il s'est établi par fusion d'une paire de chromosomes.

M. **Selman A. Waksman** fait hommage à l'Académie d'une série de fascicules relatifs à ses travaux sur la streptomycine et les substances antibiotiques.

ELECTIONS.

Par la majorité absolue des suffrages, M. **Ernst Gäumann** est élu Correspondant pour la Section de Botanique, en remplacement de M. *Albert Blakeslee*, élu Associé étranger.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Charles Killian. *Le déficit de saturation hydrique chez les plantes sahariennes. — Conditions édaphiques et réaction des plantes indicatrices de la région alfatière algérienne. — Relations mutuelles entre le* Tuburcinia Schizocaulon (*Ces.*) *maire et son hôte*, Odontites lutea *Rchb.* (présentés par M. Demolon).

2° Charles Killian et R. Schnell. *Contribution à l'étude des formations végétales et des sols humifères correspondants des massifs du Benna et du Fouta-Djallon* (*Guinée française*) (présenté par M. Demolon).

3° Augustin Boutaric. *La production et les applications du froid*. Deuxième édition.

4° Henri Chrétien. *Biologie, Pathologie, Thérapeutique. Le Cancer. Sa cause. Troubles et maladies qui le précèdent. Détection, Analyses, Protection, Influences des courants telluriques et radioactifs*. Deuxième édition.

5° Collection de travaux de l'Académie Internationale d'Histoire des Sciences. N° 1. *Proclus de Lycie. Les commentaires sur le premier livre des éléments d'Euclide*, traduits pour la première fois du grec en français avec une Introduction et des Notes, par Paul Ver Eecke.

([6]) K. Flovik, *Cytological studies of arctic grasses* (*Hereditas*, **24**, 1938, p. 332-346). L'auteur fournit de sérieux arguments en faveur de cette hypothèse, contrairement aux conclusions d'une part d'Avdulov (1931), et c'est aussi celle de Walter Brown (1948), d'autre part de Wanscher (1934) qui estiment que ce nombre de base est respectivement de 12 et de 8.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Canonisation géométrique spatiale de l'équation de Riccati.* Note de M. **Gabriel Viguier**, présentée par M. Élie Cartan.

Dans une précédente étude ([1]) nous avons montré qu'il était possible d'associer à une équation de Riccati de nouvelles notions métriques, telles que les développantes ou développées généralisées d'une courbe plane. Toutefois nous avions dans notre introduction signalé que la considération du problème dans l'espace, c'est-à-dire à partir de courbes-base gauches, devait nous amener à regarder notre problème plan comme projection d'un phénomène spatial plus général.

C'est ce dernier point que nous allons développer et sur lequel nous allons fournir quelques résultats.

Nous considérons la courbe-base gauche (M) : $x(t)$, $y(t)$, $z(t)$, et nous lui associons une courbe-adjointe (L) : $F(t)$, $G(t)$, $H(t)$, les points M et L correspondant à une même valeur du paramètre t.

Nous portons un segment $MN = \tau(t)$ sur la tangente en M à la courbe-base, d'où une courbe (N) à laquelle nous imposons la condition d'avoir sa tangente qui passe par le point L.

Soit $s' = ds/dt$ l'élément d'arc de la courbe (M). Nous utilisons les notations vectorielles

$$O = \frac{\overrightarrow{dM}}{ds} \wedge \frac{\overrightarrow{d^2 H}}{ds^2} s'; \qquad \Omega = \overrightarrow{LM} \wedge \frac{\overrightarrow{d^2 M}}{ds^2} s'; \qquad \omega = \overrightarrow{LM} \wedge \frac{\overrightarrow{dM}}{ds}.$$

La mise en équation du problème ainsi posé conduit à l'équation de Riccati

$$\text{(1)} \qquad \frac{d\tau}{dt} + \frac{O}{\omega}\tau^2 + \frac{\Omega}{\omega}\tau + s' = 0.$$

Il est remarquable de constater que l'on a toute une famille de courbes (N), les *développantes généralisées spatiales*, à propriétés anharmoniques, donc projectivement égales, puisque les coordonnées du point N, liées linéairement à τ, contiennent homographiquement la constante d'intégration. Réciproquement, si nous partons de l'équation de Riccati la plus générale

$$\text{(2)} \qquad \frac{d\rho}{dt} + P(t)\rho^2 + Q(t)\rho + R(t) = 0,$$

il est possible de lui associer un problème de développantes spatiales.

L'égalité $R(t) = (ds/dt)$ nous fournit des courbes (M) à paramétrisation isométrique, c'est-à-dire dont les arcs limités à des points correspondants ont même longueur s' pour une paramétrisation choisie.

Enfin, les égalités

$$\text{(3)} \qquad P(t) = \frac{O}{\omega}; \qquad Q(t) = \frac{\Omega}{\omega}$$

([1]) G. Viguier, *Ann. Fac. Sc. Toulouse*, 59, IX, 1945.

nous permettent d'associer une courbe (L) à une courbe-base fixée. Ces dernières montrent d'ailleurs que l'adjointe à la courbe gauche (M) perce le plan osculateur en M en un point L unique dans un intervalle régulier; cette condition, qui s'exprime par le fait que les vecteurs $\overrightarrow{\mathrm{LM}}$, $\overrightarrow{d\mathrm{M}}/ds$, $\overrightarrow{d^2\mathrm{M}}/ds^2$ sont coplanaires, justifie l'existence de l'équation (1), écrite sous la forme vectorielle.

M. Valiron nous fait remarquer que la torsion ne figure pas dans l'équation (1), ce qui permet de dire que l'équation est la même pour toutes les courbes déduites d'une courbe plane d'équation intrinsèque donnée lorsqu'on tord arbitrairement cette courbe. Cependant, le problème spatial a droit à l'existence, car il peut être le point de départ de très riches propriétés géométriques telles que les notions métriques de paramétrisation isométrique ou isoradiique, ce qui nous fait penser que la véritable canonisation géométrique de l'équation de Riccati doit être prise dans l'espace et non dans le plan.

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Sur l'approximation polynomiale des fonctions sur une demi-droite.* Note de M. **Jean Horváth**, présentée par M. Paul Montel.

Théorème I. — *Soit* $F(x)(0 \leqq x < \infty)$ *une fonction positive,* $\log F(x)$ *étant une fonction convexe de* $\log x$ *et telle que*

$$\int_1^\infty \log F(x)\, x^{-\frac{3}{2}}\, dx = \infty. \tag{1}$$

Soit $f(x)(0 \leqq x < \infty)$ *une fonction continue et telle que* $f(x) \to 0$ *pour* $x \to \infty$. *Quel que soit* $\varepsilon > 0$, *il existe un polynome* $P_n(x)$ *tel que*

$$\left| f(x) - \frac{P_n(x)}{F(x)} \right| < \varepsilon \qquad (0 \leqq x < \infty).$$

Démonstration. — Il faut démontrer que, si $\Phi(x)$ est une fonction à variation bornée dans $(0, \infty)$, les relations

$$\int_0^\infty \frac{x^n}{F(x)}\, d\Phi(x) = 0 \qquad (n = 0, 1, 2, \ldots) \tag{2}$$

entraînent $\Phi(x) = \text{const.}$ [1]. Considérons la fonction

$$\varphi(\zeta) = \int_0^\infty \frac{1}{\zeta - x}\, \frac{d\Phi(x)}{F(x)} \qquad (\zeta = \xi + i\eta).$$

On aura en vertu de (2)

$$\varphi(\zeta) = \frac{1}{\zeta^n} \int_0^\infty \frac{x^n}{\zeta - x}\, \frac{d\Phi(x)}{F(x)},$$

donc, dans le domaine $|\zeta - x| \geqq 1$, $(0 \leqq x < \infty)$

$$|\varphi(\zeta)| \leqq C\, \frac{M_n}{|\zeta|^n},$$

---

[1] Cf. *Comptes rendus*, **227**, 1948, p. 889.

où M_n est défini par

$$M_n = \max_{x \geq 0} \frac{x^n}{F(x)}.$$

En posant $\zeta = e^s (s = \sigma + it)$, dans le domaine situé dans la bande $\sigma \geq 0$, $0 \leq t \leq 2\pi$ et dont la frontière est constituée par le segment $\sigma = 0$, $(\pi/2) \leq t \leq (3\pi/2)$ et par les courbes $e^\sigma \sin t = \pm 1$, les inégalités

$$|\varphi(e^s)| \leq C M_n e^{-n\sigma},$$

auront lieu. Or, en vertu d'un théorème de MM. Mandelbrojt et Mac Lane [2] (1) entraîne $\varphi(\zeta) \equiv 0$, par conséquent $\Phi(x) = \text{const.}$

On déduit du théorème I les résultats suivants [1] [$F(x)$ satisfait aux mêmes hypothèses qu'au théorème I] :

Théorème II. — *Soit* $f(x) \in L^p(0, \infty)$ $(1 \leq p < \infty)$. *Quel que soit* $\varepsilon > 0$, *il existe un polynome* $P_n(x)$ *tel que*

$$\int_0^\infty \left| f(x) - \frac{P_n(x)}{F(x)} \right|^p dx < \varepsilon.$$

Théorème III. — *Soit* $f(x) \in L^p(0, \infty)$ $(1 \leq p \leq \infty)$. *Les relations*

$$\int_0^\infty \frac{x^n f(x)}{F(x)} dx = 0 \qquad (n = 0, 1, 2, \ldots)$$

entraînent $f(x) = 0$ *presque partout.*

Dans le cas où $p = 1$ et $F(x) = e^{k\sqrt{x}}$, ce dernier théorème a été démontré par G. H. Hardy [3].

En utilisant l'inégalité fondamentale de Mandelbrojt [4] au lieu du théorème de Mandelbrojt et Mac Lane, on peut généraliser le théorème I de la manière suivante :

Théorème IV. — *Soit* $F(x)$ $(0 \leq x < \infty)$ *une fonction positive,* $\log F(x)$ *étant une fonction convexe de* $\log x$.

Soit $\{\lambda_n\}$ *une suite croissante d'entiers positifs* $(\lambda_0 = 0, n = 0, 1, 2, \ldots)$ *et* $\{\nu_n\}$ *la suite complémentaire par rapport à la suite de tous les entiers positifs. Soit* $N(\nu)$, *la fonction de distribution de la suite* $\{\nu_n\}$. *Posons*

$$D(\nu) = \frac{N(\nu)}{\nu}; \qquad D^* = \overline{\lim_{\nu \to \infty}} D(\nu); \qquad D^*(\nu) = \overline{\text{borne}}_{\mu \leq \nu} D(\mu).$$

Soit $D^* < 1$. *Supposons que*

$$\int^\infty \log F(e^\sigma) \, e^{-\frac{1}{2}\int^\sigma \frac{du}{1 - D^*(\log F(e^u))}} d\sigma = \infty.$$

([2]) *Trans. Am. Math. Soc.*, 61, 1947, p. 454-467.
([3]) *Mess. of Maths.*, 46, 1947, p. 175-182.
([4]) *Ann. Éc. Norm. sup.*, 63, 1946, p. 351-378.

Soit $f(x)$ une fontion continue dans $(0, \infty)$ et telle que $f(x) \to 0$ pour $x \to \infty$. Quel que soit $\varepsilon > 0$, il existe un polynome de la forme

$$P_n(x) = a_0 + a_1 x^{\lambda_1} + \ldots + a_n x^{\lambda_n},$$

tel que

$$\left| f(x) - \frac{P_n(x)}{F(x)} \right| < \varepsilon \qquad (0 \leq x < \infty).$$

De ce théorème, on déduit des résultats analogues aux théorèmes II et III. Notons que, dans le cas $F(x) = e^x$, W. H. J. Fuchs a donné la condition nécessaire et suffisante pour que la suite $\{e^{-x} . x^{\lambda_n}\}$ soit fermée, même si les λ_n ne sont pas des entiers ([5]).

La méthode utilisée ici n'est qu'une adaptation de la méthode dont se sert M. Mandelbrojt pour le problème des moments de Stieltjes (généralisé). En l'appliquant au problème de l'approximation sur l'axe entier, on retrouve les résultats de ma Note ([1]). Ce cas correspondra au problème des moments de Hamburger.

TOPOLOGIE. — *Sur la structure presque complexe d'une variété différentiable réelle de dimension 4*. Note (*) de M. **Wu Wen-tsun**, présentée par M. Élie Cartan.

1. Soit $\mathfrak{R}_{2n,4}$ la variété grassmannienne des éléments *orientés* de dimension 4 dans un espace euclidien E de dimension $2n+4$ $(n > 2)$ et passant par l'origine de E. Il existe ([1]) dans $\mathfrak{R}_{2n,4}$ un I_2-cycle $\mathfrak{r}^{8n-2}$ et deux I_0-cycles $\mathfrak{r}_1^{8n-4}$, $\mathfrak{r}_2^{8n-4}$ qui sont représentés respectivement par les symboles $[n-1, n-1, n, n]$, $[n-2, n-2, n, n]$ et $[n-1, n-1, n-1, n-1]$, avec les notations analogues à celles de S. Chern ([2]). Nous désignerons par $\wedge^2$, $\wedge_1^4$, $\wedge_2^4$ les classes de cohomologie correspondantes.

Soit M^4 une variété différentiable et orientable de dimension 4. La structure fibrée sphérique tangente de M *orientée* est induite par une certaine application $f : M \to \mathfrak{R}_{2n,4}$ dont le type d'homotopie est bien déterminé ([3]). Les classes $f^* \wedge^2 = W^2$, $f^* \wedge_i^4 = W_i^4$ $(i = 1, 2)$ sont des invariants de M ([4]). Nous établirons dans cette Note le théorème suivant :

([5]) *Proc. Cambridge Phil. Soc.*, **42**, 1946, p. 91-105.

(*) Séance du 15 novembre 1948.

([1]) Cf. L. Pontrjargin, *C. R. U. R. S. S.*, 35, 1942, p. 34-37.

([2]) Cf. par exemple, *Annals of Math.*, **49**, 1948, 362-372. I_m = groupe d'entiers mod. m.

([3]) L. Pontrjargin, *C. R. U.R.S.S.*, **47**, 1945, p. 242-245.

([4]) W^2 est en effet une classe caractéristique de Stiefel-Whitney, et $W_2^4 . M^4$ la caractéristique d'Euler-Poincaré. D'après Pontrjargin, $W_1^4 . M^4$ est un autre invariant numérique de M^4 qui change le signe quand on change l'orientation de M. f^* est l'homomorphisme inverse d'une application f.

Pour que la variété orientée M^4 *admette une structure presque complexe* ([5]), *il est nécessaire et suffisant qu'il existe une* I_0*-classe* C^2 *telle que*

(1) $$(C^2)_2 = W^2 \quad \text{et} \quad C^2 \cup C^2 = W_1^4 + 2W_2^4.$$

où $(\ )_2$ est l'opération de réduction mod 2. Plus précisément, le système des structures presque complexes est en (1-1)-correspondance au système de I_0-classes C^2 satisfaisant à la condition (1).

Il peut arriver donc qu'une variété M^4 admette une infinité de structures presque complexes non équivalentes. Exemple : $S^1 \times S^1 \times S^1 \times S^1$. Le théorème nous donne aussi un critère permettant de déterminer si la variété M, admettant une structure presque complexe correspondant à une de ses orientations, admettra aussi une structure presque complexe correspondant à l'autre ([6]).

La démonstration de notre théorème est basée sur une méthode de L. Pontrjargin ([7]).

2. Soit $\mathfrak{C}_{n,2}$ la variété grassmanienne des plans complexes dans un espace unitaire U de dimension complexe $n+2$ ($n>2$) et passant par l'origine de U. Soient $\mathfrak{z}^{4n-2}$, $\mathfrak{z}_1^{4n-4}$, $\mathfrak{z}_2^{4n-4}$, $\mathfrak{z}^2$, $\mathfrak{z}_1^4$, $\mathfrak{z}_2^4$ les I_0-cycles correspondant aux symboles $[n-1, n]$, $[n-2, n]$, $[n-1, n-1]$, $[0, 1]$, $[0, 2]$ et $[1, 1]$ respectivement ([2]). Les classes de cohomologie Γ^2, Γ_1^4 et Γ_2^4 duales aux $\mathfrak{z}^2$ et $\mathfrak{z}_i^4$ sont liées par la relation suivante

(2) $$\Gamma^2 \cup \Gamma^2 = \Gamma_1^4 + \Gamma_2^4.$$

Les groupes d'homotopie de $\mathfrak{C}_{n,2}$ sont : $\pi_1 = \pi_3 = 0$, $\pi_2 \approx \pi_4 \approx I_0$. Soient S_0^2, S_0^4 les deux représentants des générateurs de π_2 et π_4. On aura les indices d'intersection :

(3) $$S_0^2 \circ \mathfrak{z}^{4n-2} = 1, \qquad S_0^4 \circ \mathfrak{z}_1^{4n-4} = 1, \qquad S_0^4 \circ \mathfrak{z}_2^{4n-4} = -1.$$

On déduit de (2) et (3) les propositions suivantes :

a. A chaque système de I_0-classes de cohomologie C^2, C_1^4, C_2^4 dans un complexe K de dimension 4 tels que $C^2 \cup C^2 = C_1^4 + C_2^4$ il existe une application $g : K \to \mathfrak{C}_{n,2}$ tels que

(4) $$g^*\Gamma^2 = C^2, \qquad g^*\Gamma_1^4 = C_1^4, \qquad g^*\Gamma_2^4 = C_2^4.$$

b. Deux applications $g_i : K^4 \to \mathfrak{C}_{n,2}$ ($i=1, 2$) sont homotopes si et seulement si $g_1^*\Gamma^2 = g_2^*\Gamma^2$, $g_1^*\Gamma_i^4 = g_2^*\Gamma_i^4$ ($i=1, 2$).

Identifions U et E et considérons $\mathfrak{C}_{n,2}$ comme une sous-variété de $\mathfrak{R}_{2n,4}$.

([5]) Ch. Ehresmann, *Sur la théorie des espaces fibrés* (*Colloque de Topologie algébrique*, Paris, 1947).

([6]) Cf. H. Hopf, *Zur Topologie der komplexen Mannigfaltigkeiten*, **11**, Courant Anniversary volume, 1948, p. 167-185.

([7]) *C. R. U.R.S.S.*, **47**, 1945, p. 322-325.

Soit φ l'application identique de $\mathfrak{C}_{n,2}$ dans $\mathfrak{R}_{2n,4}$. On aura

(5) $$\mathfrak{x}^{8n-2} \circ [\varphi(\mathfrak{z}^2)]_2 = 1,$$

(5)' $$\mathfrak{x}_1 \quad \circ \varphi(\mathfrak{z}_1^4) = +1, \qquad \mathfrak{x}_1^{8n-4} \circ \varphi(\mathfrak{z}_2^4) = -1, \qquad \mathfrak{x}_2^{8n-4} \circ \tilde{\varphi}(\mathfrak{z}_1^4) = 0, \qquad \mathfrak{x}_2^{8n-4} \circ (\mathfrak{z}_2^4) = +1,$$

d'où

(6) $$\varphi^* \Lambda^2 = (\Gamma^2)_2, \qquad \varphi^* \Lambda_1^4 = \Gamma_1^4 - \Gamma_2^4, \qquad \varphi^* \Lambda_2^4 = \Gamma_2^4.$$

Pour les groupes d'homotopie de $\mathfrak{R}_{2n,4}$ on a $\pi_1 = \pi_3 = 0$, $\pi_2 \approx I_2$, $\pi_4 \approx I_0 + I_0$. Soient S^2, S_1^4 et S_2^4 les représentants de ses générateurs. Alors

(7) $$S^2 \circ \mathfrak{x}^{8n-2} = 1, \qquad S_1^4 \circ \mathfrak{x}_1^{8n-4} = 4, \qquad S_1^4 \circ \mathfrak{x}_2^{8n-4} = 0, \qquad S_2^4 \circ \mathfrak{x}_2^{8n-4} = 1.$$

3. Soit $f : M^4 \rightarrow \mathfrak{R}_{2n,4}$ l'application qui induit la structure fibrée sphérique tangente de M. La condition nécessaire et suffisante pour que M^4 admette une structure presque complexe est que f soit homotope à une application de M dans $\mathfrak{C}_{n,2}$. La nécessité de notre théorème est donc évidente, voir (6). Supposons que la condition (1) soit vérifiée. Posons

(8) $$C_1^4 = W_1^4 + W_2^4 \quad \text{et} \quad C_2^4 = W_2^4,$$

tel que $C^2 \cup C^2 = C_1^4 + C_2^4$. D'après a, il existe une application $g : M \rightarrow \mathfrak{C}_{n,2}$ vérifiant (4). Il résulte de (1), (4) et (8) que

(9) $$f^* \Lambda^2 = (\varphi g)^* \Lambda^2, \qquad f^{*0} \Lambda_i^4 = (\varphi g)^* \Lambda_i^4 \qquad (i = 1, 2).$$

En utilisant (7) et en remarquant que M n'admette pas de co-torsion de dimension 4, on déduit de (9) que $f \simeq \varphi g$, ce qui démontre que la condition de notre théorème est suffisante.

CHALEUR. — *Sur une grave erreur pouvant entacher la détermination de la constante de temps fondamentale dans certains problèmes de thermocinétique.* Note (*) de M. **Pierre Vernotte**, présentée par M. Aimé Cotton.

Depuis 1935, nous avons appelé l'attention sur l'incroyable facilité avec laquelle on pouvait changer une interprétation théorique, la formule algébrique, d'un type très accusé, qui représentait convenablement l'expérience dans un intervalle même très étendu pouvant, *du fait de l'imprécision*, même modérée, des mesures, être remplacée par une autre toute différente et d'un type tout aussi accusé. Ainsi, dans un très grand intervalle, par la somme de deux exponentielles on représente très bien un logarithme, ou la dérivée du quotient de deux polynomes du premier et du second degré, si utile pour la représentation des expériences; c'est sous ce jour aussi qu'il faut considérer le problème célèbre, si difficile, de l'existence et de la détermination des périodes.

(*) Séance du 27 octobre 1948.

Il y a là tout autre chose que dans les équivalences *mathématiques* entre théories, signalées par H. Poincaré. Il faut conclure que la Physique, même dans ses parties les plus sûres, s'appuie sans doute sur l'expérience, mais comporte avant tout des idées *a priori*, parfois, il faut bien le dire, toutes naturelles, mais parfois aussi profondément arbitraires, lui donnant ce caractère apparemment subjectif sur lequel nous avons maintes fois insisté. Ce qui fait l'excellence de ces idées *a priori* (grâce à quoi, les savants pouvant avoir d'heureuses intuitions, la Physique est malgré tout bien assise), c'est, non pas leur fécondité, mais la cohérence que, dans des *recoupements* très éloignés, leur ensemble manifeste au cours du temps.

Nous rapportons ici, sur un plan plus modeste, un exemple d'interprétation imprudente d'une expérience, causée par l'allure inattendue d'une courbe à laquelle nous avions eu le tort de prêter une signification objective.

Ayant réalisé un caisson très massif, et calorifugé, pour expériences au froid et à la dépression, nous avions placé le calorifuge à l'intérieur, afin que, la paroi massive n'étant presque pas intéressée au refroidissement, l'établissement du régime fût très rapide. Ce que l'expérience [1] avait confirmé. Or, essayant cette année une théorie plus serrée, nous avons eu la surprise de constater qu'en réalité la constante de temps fondamentale devait rester très longue, malgré l'artifice du calorifuge intérieur. C'est que nous avions commis l'erreur d'interpréter comme une quasi-exponentielle de brève constante de temps une courbe que, par la théorie complète et assez lourde de Fourier (qui suffit ici comme idée *a priori*), on trouve de structure plus complexe.

Au début du phénomène thermique, la variation d'allure est très rapide, par suite de l'intervention des termes supérieurs à brève constante de temps, et cette partie de la mesure est éliminée de l'interprétation comme très complexe. D'autre part, le fonctionnement de la machine à froid n'est pas simple, et la valeur du palier de température atteint est un peu incertaine *a priori*, et il n'est pas sûr que ce palier puisse rester bien constant. Cette double circonstance rendait l'erreur encore plus insidieuse. Montrons qu'on peut effectivement imiter une exponentielle à petite constante de temps par une somme de deux ou trois exponentielles d'amplitude comparable, dont la fondamentale a une constante de temps beaucoup plus longue.

Soit la somme $S = 0,556\,e^{-x} + 0,444\,e^{-4x}$, de constante de temps fondamentale 1.

1. Comparons-la, passé les premiers instants, soit par exemple à partir de $x = 0,1$, à l'exponentielle simple d'amplitude 0,821, et de constante de temps très courte 0,33. La différence s'interprète comme le palier de température, légèrement variable, que peut assurer la machine.

---

[1] *Comptes rendus*, 196, 1933, p. 680.

x	0,0.	0,1.	0,2.	0,3.	0,4.	0,5.	0,6.	0,7.	0,8.	0,9.	1,0.
S	1,000	0,800	0,650	0,548	0,462	0,397	0,345	0,303	0,268	0,238	0,212
Exponentielle	»	0,608	0,450	0,333	0,247	0,183	0,135	0,100	0,074	0,055	0,040
Palier	–	0,192	0,200	0,215	0,215	0,214	0,210	0,203	0,194	0,183	0,172

L'imprécision inévitable des mesures s'accorde bien avec une température de régime de 0,20, et l'on croit observer une constante de temps fondamentale trois fois plus courte que la véritable.

Essayons aussi la loi complexe, de constante fondamentale 1 :

$$S = 0,32\, e^{-x} + 0,4\, e^{-4x} + 0,28\, e^{-16x},$$

pour la comparer, passé les premiers instants ($x \geq 0,1$) à l'exponentielle simple d'amplitude 0,719 et de constante de temps 0,28.

x	0,0.	0,1.	0,2.	0,3.	0,4.	0,5.	0,6.	0,7.	0,8.	0,9.	1,0.
S	1,000	0,614	0,453	0,360	0,296	0,248	0,212	0,183	0,160	0,140	0,125
Exponentielle	–	0,504	0,353	0,247	0,173	0,121	0,085	0,060	0,042	0,029	0,020
Palier	–	0,110	0,100	0,113	0,123	0,127	0,127	0,123	0,118	0,111	0,105

Le palier, situé vers 0,116, est très suffisamment défini, et l'on croit observer, comme constante de temps fondamentale, seulement 0,28 au lieu de 1.

THERMODYNAMIQUE. — *Prévision graphique des équilibres liquide-vapeur et liquide-liquide des mélanges.* Note (*) de M. **Jean Brodin**, présentée par M. Jean Cabannes.

Dans une thèse récente, j'ai montré comment prévoir les limites de miscibilité de deux fluides, au moyen d'un graphique déduit de l'équation d'état de leurs mélanges ([1]).

La méthode s'applique quel que soit le nombre de constituants. Dans un mélange de $n_1, n_2, \ldots, n_c$ moles des constituants $\beta_1, \beta_2, \ldots, \beta_c$ soient $f_1, f_2, \ldots, f_c$ les fugacités de ceux-ci; soient $f'_1, f'_2, \ldots, f'_c$ leurs fugacités dans un autre mélange. J'ai proposé d'appeler *isodynes* des mélanges de fugacités proportionnelles

$$\frac{f_2}{f_1} = \frac{f'_2}{f'_1}, \ldots, \frac{f_c}{f_1} = \frac{f'_c}{f'_1}.$$

La variance est $c + 2 - 1$: si l'on étudie des mélanges isodynes entre eux, $c - 1$ rapports sont constants : le point représentatif dépend de deux variables et engendre une *surface isodyne*; si la température est constante, il décrit une *ligne isotherme isodyne*.

(*) Séance du 27 octobre 1948.

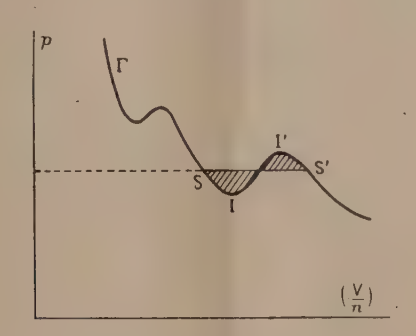
([1]) *Thèse*, Paris, mai 1948 (en cours d'impression).

L'équation d'état donne la pression p en fonction de T (température thermodynamique) et n_1/V, n_2/V, ..., n_c/V (V : volume). Les formules de Gillespie en déduisent les fugacités et leurs rapports

$$\frac{f_i}{f_1} = \frac{n_i}{n_1} \exp \int_{\infty}^{V} \left(- \frac{\partial p}{\partial n_i} + \frac{\partial p}{\partial n_1} \right) \frac{dV}{RT} = \varphi_{1,i}(T, V, n_1, n_2, \ldots, n_c),$$

(R, constante des gaz).

Avec Van der Waals, admettons que la fonction p de T, V, n_1, n_2, ..., n_c est une même fonction analytique pour tous les états fluides (liquides et gazeux) des mélanges étudiés; les fonctions $\varphi_{1,i}$ sont aussi les mêmes. Le long d'une ligne isotherme isodyne, p est fonction d'une seule variable, par exemple $V/n (n = n_1 + n_2 + \ldots + n_c)$ représentée par une courbe Γ (*fig.* 1). *Deux phases en equilibre vrai sont isodynes* (les fugacités y étant non seulement proportionnelles, mais égales); leurs points représentatifs S et S′ sont sur la même courbe Γ et y ont même ordonnée p.



Le théorème de Maxwell s'étend aux lignes isothermes isodynes; le segment isobare SS′ et l'arc SII′S′ de courbe Γ déterminent deux aires équivalentes

$$\int_{SII'S'} \left(\frac{V}{n} \right) dp = 0.$$

En effet, à température constante, la relation de Gibbs et Duhem s'écrit

$$n_1 d \operatorname{Log} f_1 + n_2 d \operatorname{Log} f_2 + \ldots + n_c d \operatorname{Log} f_c = \frac{V}{RT} dp,$$

ou

$$d \operatorname{Log} f_1 + \frac{n_2}{n} d \operatorname{Log} \frac{f_2}{f_1} + \ldots + \frac{n_c}{n} d \operatorname{Log} \frac{f_c}{f_1} = \frac{V}{nRT} dp.$$

L'intégrale du premier membre est nulle parce que f_1 a même valeur en S et en S′ et que les rapport f_i/f_1 sont constants.

La connaissance des courbes isothermes isodynes Γ, déduites de l'équation d'état, *permet donc de situer les points représentatifs des phases en équilibre* (²).

ACOUSTIQUE. — *Vers l'unification des gammes inscrites au* Recueil des Constantes physiques. Note de M. **Gabriel d'Alençon**, présentée par M. Henri Villat.

A l'analyse, ces gammes sont l'objet des considérations suivantes :

1° La gamme de *Pythagore*, 21 degrés, et celle des *Musiciens*, presque identique, sont impropres à l'étude psycho-mathématique de l'harmonie, parce qu'elles faussent les rapports de tierce, même dans les modulations.

2° La gamme des *Physiciens*, 21 degrés, à laquelle on peut ajouter les 6 degrés différents de celle de *Delezenne*, au total : 27 degrés, quoique présentant des tierces justes (5/4), ne permet pas la transposition intégrale de la gamme d'Ut dans toutes les tonalités.

3° Enfin, la gamme *tempérée*, conçue pour les instruments à sons fixes, présente des écarts de justesse de 7/11ᵉ à 8/11ᵉ de comma diatonique dans les tierces majeures et mineures; en outre, portée sur le pied de la théorie, elle conduit à des enharmonies équivoques masquant souvent le quart de ton.

Or, les nécessités rigoureuses de la gamme naturelle (corrigée selon notre tradition, par une consonance parfaite en son 4ᵉ degré) imposent à la seule gamme d'Ut majeur à laquelle se rattache son relatif mineur et autres gammes modales, 14 degrés dont 2 diacommatiques, établis sur les trois plans suivants :

1° Plan des Fondamentales et Dominantes : Fa 1, Do 3, Sol 9, Ré 27 et La 81;

2° Plan des Tierces des précédentes : La 5, Mi 15, Si 45, Fa♯ 135, Do♯ 405, auxquelles il convient d'ajouter Sol♯ 1215, sensible de La 81;

3° Plan des Doubles-Tierces : Sol♯ 75, sensible de La 5 ou 80 (gamme orientale), Ré♯ 225, sensible de Mi (en Mi mineur) et La♯ 675, sensible de Si 45 ou 720 (dominante en Mi mineur).

Transposé dans toutes les tonalités, l'ensemble des intonations atteindrait 71, non comprises celles dérivant des modulations dans l'ordre de la tierce,

---

(²) D'après les travaux théoriques et expérimentaux de J. E. Mayer, l'isotherme d'un fluide pur dans le voisinage du point critique ne serait pas une courbe analytique unique : les conditions

$$\frac{\partial p}{\partial V} = 0, \qquad \frac{\partial^2 p}{\partial V^2} = 0$$

définiraient une *petite région*, non un seul point. Les mélanges doivent présenter une singularité analogue, mais la lenteur des démixtions en rend l'observation incertaine. L'hypothèse d'une équation d'état analytique reste à ce jour satisfaisante [*voir* (¹) : ligne critique des mélanges méthane-propane).

envisagées par J.-Ph. Rameau, mais confondues jusqu'ici, dans la théorie courante, avec les modulations dans l'ordre de la quinte.

Considérant d'une part, que ces intonations trop nombreuses se côtoient souvent à la distance minime de la différence entre le comma de Pythagore et le comma diatonique, et que, d'autre part, aucune des gammes précitées n'offre la justesse et la variété désirables, la présente communication a pour but de proposer la gamme suivante qui permet, moyennant l'unification des deux sortes de commas, la création du *Grand Système Parfait* où 36 gammes, répondant aux deux ordres de modulations, trouvent leur exposition sur une échelle réduite à 36 intonations.

La gamme à *Tempérament infinitésimal* repose sur le principe suivant :

Un cycle de 12 quintes justes étant donné, exemple, de Fa 1 à Mi♯ 3^{12}, puisque d'une part, le premier tiers du cycle, comme tout groupe de 4 quintes, produit une tierce Fa 2^6 — La 3^4, trop grande d'un comma diatonique 81 : 80, et que, d'autre part, le Mi♯ 3^{12} excède le Fa 2^{19} d'un comma de Pythagore $3^{12}:2^{19}$, on peut donc rectifier cette première tierce en substituant ce Mi♯ au Fa, à condition de résorber sur les 8 quintes qui séparent La 3^4 de Mi♯ 3^{12} (ravalé de 13 octaves) la différence entre lesdits commas, donnant ainsi : Mi♯ $3^{12}:2^{13}:d$. Cette différence $d = 3^8 \times 5 : 2^{15}$ = Coef : 1,001129150390625 exact, représentant le tempérament de 8 quintes, ou T^8, peut être donnée pour le 1/12 du comma de Pythagore, puisqu'elle offre une approximation au 1/1000000 avec la $\sqrt[12]{c.P.} = 1,000129890\ldots$, ce qui en fait aussi le 1/11 du comma diatonique, les deux commas étant dans le rapport de 12/11.

Remplaçant d par sa valeur, on trouve juste la tierce :

$$\text{La } 3^4/\text{Mi}\sharp\ 3^{12} : 2^{13} : 3^8 : 5 \times 2^{15} = \text{La } 3^4/\text{Mi}\sharp\ 3^4 \times 2^2 : 5 = \text{La } 5/\text{Mi}\sharp\ 4.$$

Mais les quatre premières quintes devant subir le même tempérament, résorberont ensemble $\sqrt{d} = T^4$ donné pour le 1/22e de comma diatonique, de sorte que le Fa 2^6, montant en Fa $2^6\sqrt{d}$, n'est plus distant de Mi♯ $3^4 \times 2^2 : 5$ que de 21/22e de comma diatonique, valeur qui représente à la fois le comma unifié entre comma de Pythagore et comma diatonique et la moitié du grand limma, ou *quart de ton*, $L = 128 : 125 = 2^7 : 5^3 = 1,024$ exact, donné pour les 21/11e de comma diatonique, ce que corrobore l'opération suivante :

$$\frac{\text{Mi}\sharp\ 3^4 \times 2^2 : 5}{\text{Fa } 2^6\sqrt{3^8 \times 5 : 2^{15}}} = \sqrt{2^7 : 5^3}.$$

Ainsi, $\sqrt{L}$ devient la valeur du comma unifié : le comma diatonique, réduit par le tempérament des quatre quintes dont il est issu ; le comma de Pythagore, par le tempérament de 12 quintes.

De même que Mi♯ — La forme enharmoniquement une tierce rectifiée, les trois autres tierces formées par les degrés du 1er et du 3e tiers du cycle, se

trouvent aussi rectifiées comme appartenant à une même progression, chaque quinte étant diminuée de $\sqrt[8]{d}$, soit le 1/88e du comma diatonique, ou le *Tempérament infinitésimal.* (Entre $\sqrt[8]{d}$ et $\sqrt[2]{d}$, se place $\sqrt[4]{d}$, soit le tempérament de deux quintes, ou T^2). Ainsi se trouve constitué le cycle moyen de 12 intonations, où Mi♯ remplace Fa.

Mais la quarte de rupture du cycle Do $3 \times 2^4 \times T^3$ — Mi♯ $3^4 \times 2^2 : 5$, étant trop grande d'un comma unifié $\sqrt{L}$, cette quarte donne lieu à faire précéder le cycle moyen d'un 2e cycle partant de Fa $2^6 \sqrt{d}$ et à le faire suivre d'un 3e cycle partant de Si♯ $3^5 \times 2 : 5 : \sqrt[8]{d}$, cycles de même nature, soit un triple cycle comportant 36 intonations réparties en 12 groupes de 3 intonations consécutives, espacées d'un comma unifié $\sqrt{L}$, formant ensemble L, ou le quart de ton. Sur cette échelle de 36 intonations viennent se greffer 35 quintes frisant l'absolue justesse et 28 tierces absolument justes, suffisant à l'établissement du *Grand Système Parfait* dont un *orgue diacommatique* vient de présenter la réalisation.

OPTIQUE. — *Nouveau microscope polarisant fonctionnant en lumière convergente jusqu'à la température de* — 150° *environ.* Note (*) de M. **Léon Bouttier**, présentée par M. Jean Cabannes.

L'appareil rappelle les microscopes métallographiques, mais il en diffère par son mode d'emploi et l'introduction d'un réfrigérant.

Caractéristiques. — La bague filetée C (*fig.* 1) permet d'amener l'objectif au contact du couvre-objet A. La lentille L et l'objectif O forment un système afocal. L'objectif O est un condensateur d'Abbe grand angulaire (95°). En l'absence de cet objectif, l'appareil peut fonctionner en lumière parallèle.

Le microscope peut glisser sur la platine P′ pour permettre la recherche rapide des points donnant en lumière convergente les figures d'interférence connues. Le système polarisant tourne avec la bague filetée B, sans déplacement de l'objectif.

Une goutte d'alcool déposée sur le couvre-objet en empêche le givrage tout en permettant à l'objectif de travailler en immersion. La fente F permet de placer les lames auxiliaires. L'échantillon liquide est placé entre le couvre-objet de 2mm, 1 d'épaisseur et une lame de verre noir VN optiquement plane.

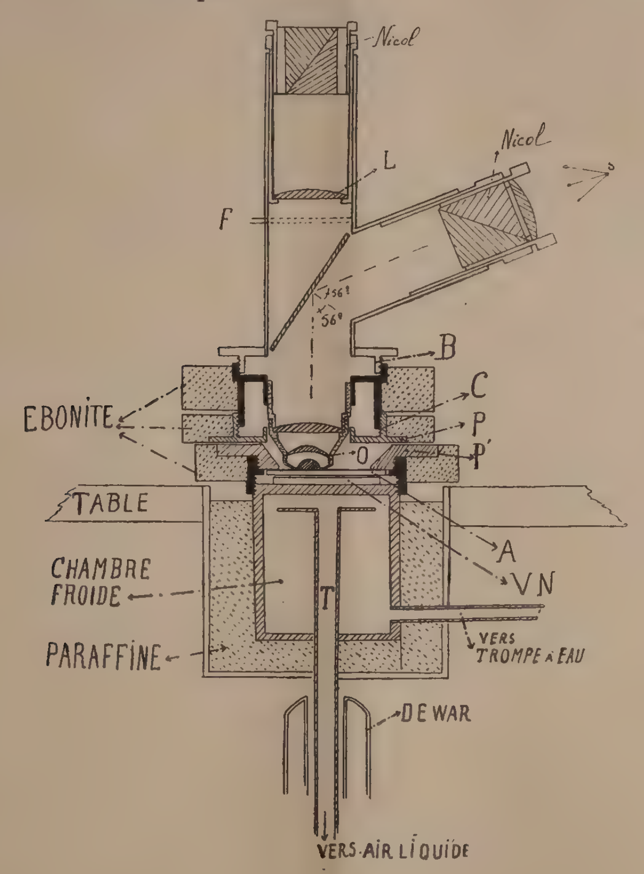
Réfrigérant. — L'air liquide est aspiré dans la chambre froide où il se vaporise et se détend. Le débit est réglable par la trompe à eau. L'échantillon est refroidi par conductibilité.

Résultats obtenus à la température ordinaire. — Avec le mica, le nitrate de

(*) Séance du 8 novembre 1948.

sodium, l'aragonite, le béryl, les résultats sont identiques à ceux que fournit un microscope polarisant ordinaire fonctionnant en lumière convergente.

Résultats obtenus à basse température sur des corps connus. — 1° C_6H_6 biaxe. $2V = 5$ à 6°, orthorhombique avec pouvoir rotatoire; 2° CH_3COOH biaxe. $2V = 50$ à 55°, orthorhombique.



Résultats obtenus à basse température sur des corps non étudiés. — 3° CS_2 à — 112° biaxe. $2V = 60$ à 65°. La dispersion des indices est très faible : on obtient des courbes isochromatiques noires et très fines. La cristallisation est privilégiée, un des axes optiques étant presque toujours perpendiculaire à la lame couvre-objet. Le cristal est probablement orthorhombique; 4° NO_3H à — 41° pur et anhydre est un biaxe. $2V = 55$ à 60°. La dispersion des indices est comparable à celle de la muscovite. Il présente l'extinction droite. Les cristaux sont semblables à ceux du phosphate ammoniaco-magnésien. NO_3H *pur est donc très probablement orthorhombique à l'état cristallisé.*

Critiques de l'appareil. — Sans échantillon et entre nicols croisés le champ de l'appareil est complètement éteint; mais en présence de l'échantillon cristallisé, la face supérieure de celui-ci introduit un peu de lumière elliptique qui

donne une teinte gris blanc dans le champ de l'appareil (même entre nicols croisés), sans toutefois gêner l'observation du phénomène. Les cristaux observables doivent avoir $0^{mm},2$ au minimum. L'observation ne peut durer plus de cinq à six minutes consécutives à cause du givrage.

Avantages. — Malgré les difficultés de manipulation, il permet, avec un peu de patience, de connaître en moins d'une heure, la nature cristallographique d'un corps cristallisant à très basse température. De telles expériences n'ont jamais été réalisées avec un matériel aussi simple.

SPECTROSCOPIE. — *Étude spectroscopique de la décharge commençante dans l'azote, l'oxygène et l'air.* Note (*) de MM. **René Bernard** et **Maurice Peyron**, présentée par M. Jean Cabannes.

Il semble que la décharge lumineuse dans un gaz raréfié soit devenue trop classique pour que son étude spectroscopique présente encore quelque intérêt, surtout lorsqu'il s'agit de l'oxygène ou de l'azote. Pourtant si la pression du gaz est abaissée entre un et trois centièmes de millimètre de mercure aussi bien dans l'air que dans l'azote pur, la lueur produite au moment où s'amorce la décharge est franchement rouge pourpre puis vire au bleu violacé après une ou deux secondes. C'est ce phénomène fugace que nous avons étudié.

Son spectre contient essentiellement les bandes N_2(1 P) du premier système positif et la série de Balmer de l'hydrogène (résultant de traces d'humidité ou d'hydrocarbures); il diffère nettement de celui de la colonne positive excitée à plus forte pression ($p = 1/10^{mm}$). Dans le tableau suivant nous avons réuni : les longueurs d'onde des maxima relevés au moyen d'un spectrographe Huet à deux prismes donnant 50 Å/mm vers 6000 Å; l'interprétation de ces maxima; leur intensité dans la colonne positive ($p = 1/10^{mm}$); enfin les valeurs correspondant à une décharge commençante et au régime stable sous une pression de 3/100 de millimètre.

Longueurs d'onde en Å.	Interprétation.		Intensité des radiations dans la décharge. $p = 1/10^{mm}$.	$p = 3/100^{mm}$ Régime stable.	$p = 3/100^{mm}$ Début de la décharge.
6563	H_α		20	20	20
6544	N_2(1 P)	(7-4)	20	10	20
6468	»	(8-5)	18	12	20
6394	»	(9-6)	18	10	17
6323	»	(10-7)	17	10	17
6252	»	(11-8)	17	10	12

(*) Séance du 15 novembre 1948.

Longueurs d'onde en Å.	Interprétation.	Intensité des radiations dans la décharge. $p = 1/10^{mm}$.	$p = 3/100^{mm}$ Régime stable.	$p = 3/100^{mm}$ Début de la décharge.
6188	N_2(1 P) (4-0) (12-9)	16	5	7
6118	» (13-10)	13	6	7
6071	» (6-2)	17	9	13
6013	» (7-3)	18	9	15
5960	» (8-4)	13	1	9
5906	» (9-5)	17	8	17
5854	» (10-6)	11	1	12
5804	» (11-7)	14	5	9
5755	» (12-8)	16	3	9
5705	» (13-9)	16	5	2
5612	» (15-11)	18	11	1
5566	» (16-12) (7-2)	12	4	2
5516	» (8-3)	14	6	3
5479	» (9-4) (18-14)	16	12	2
5442	» (10-5)	7	2	1
5406	» (11-6)	8	2	2
5371	» (12-7)	9	5	2
5337	» (13-8)	5	3	1
5238	» (16-11)	15	1	3
5200	» (17-12)	18	13	1
5175	» (18-13)	11	1	1
5099	» (9-3)	14	11	2
5053	» (11-5)	11	11	1
5030	» (12-6)	12	2	3
4861	H_β	15	15	8

Les bandes :

	V′ — V″.		V′ — V″.
6544 Å	(7-4)	6013	(7-3)
6468	(8-5)	5960	(8-4)
6394	(9-6)	5906	(9-5)
6323	(10-7)	5854	(10-6)

sont particulièrement intenses, tandis que celles des séquences $V' - V'' = 5$ et $V' - V'' = 6$ sont très affaiblies.

Dans l'oxygène la décharge commençante présente une coloration verte intense également très fugace et qui se distingue du spectre de la décharge stable par un renforcement considérable des bandes du système O_2^+;

$$\lambda = 6419 \text{ Å } (0-1) \quad \text{et} \quad \lambda = 6026 \text{ Å } (0-0).$$

Dans l'air le phénomène est très voisin de celui observé dans l'azote pur

avec toutefois une intensité relative plus grande des maxima situés vers 6400 Å et 6015 Å. Ce renforcement doit être attribué à la superposition au spectre N_2(1 P) des deux bandes O_2^+ précitées.

La grande difficulté de cette étude réside dans le caractère fugace de la lueur. Nous construisons actuellement un matériel qui permettra de préciser ces premiers résultats.

PHYSIQUE NUCLÉAIRE. — *Structure fine du spectre magnétique des rayons α de l'ionium.* Note (*) de MM. **Salomon Rosenblum**, **Manuel Valadares** et Mlle **Jeannine Vial**, présentée par M. Frédéric Joliot.

Nous avons déterminé pour la première fois le spectre des vitesses des rayons α de Io. Nous nous sommes servis d'une source de Io-Th, mise à notre disposition par Mme Joliot-Curie. Préparée en 1945 par dépôt électrolytique sur platine, son intensité est de 0,28 U. E. S. La teneur en Io était de 27 % ([1]).

On sait que Io émet des rayons γ ([2]) et il nous a semblé intéressant d'entre-

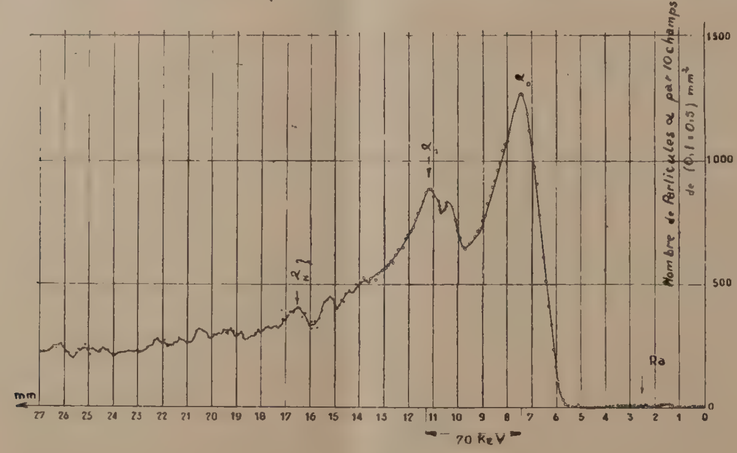


Fig. 1.

prendre l'étude de ce corps en utilisant la technique courante du Laboratoire du Grand Aimant Permanent ([3]), mais en prolongeant de beaucoup les temps d'exposition. Les temps de pose ont varié de quatre à vingt et un jours. Au bout de quatre jours le spectre de Io est déjà visible à l'œil nu; on voit apparaître deux bandes séparées d'environ 4^{mm}. La figure 1 représente la courbe de

(*) Séance du 15 novembre 1948.

([1]) Irène Curie et S. T. Tsien, *Journ. Phys. et Le Radium*, (8), 6, 1945, p. 162.

([2]) A. G, Ward, *Proc. Camb. Phil. Soc.*, 35, 1939, p. 322.

([3]) S. Rosenblum, *The Transactions of Instruments and Measurements Conference Stockholm*, 1947, p. 86-90.

répartition d'intensité telle que nous l'avons déterminée en comptant le nombre des rayons α à l'aide d'un microscope solidaire d'une machine à diviser.

Nous avons déterminé la vitesse du groupe principal de Io en activant la feuille de platine portant Io dans une atmosphère de Tn et en photographiant simultanément les spectres α de Io et du ThC. Nous trouvons pour le rapport des $H\rho$ des raies α_1 du ThC et α_0 de Io la valeur

$$\frac{H\rho\alpha_1 \,\text{ThC}}{H\rho\alpha_0 \,\text{Io}} = 1,139_9.$$

En admettant pour l'énergie de α_1 du ThC la valeur 6086 keV, on trouve pour l'énergie du groupe le plus rapide de Io la valeur 4682 ± 10 keV. Cette valeur est plus élevée que toutes les valeurs données antérieurement et qui sont basées sur les mesures de parcours; la complexité du spectre α introduit une hétérogénéité supplémentaire des parcours et c'est probablement un parcours moyen correspondant aux deux groupes α qu'on détermine. L'énergie déduite du parcours est sans doute une moyenne pondérée entre les énergies des deux groupes principaux. Les deux groupes rapides sont séparés

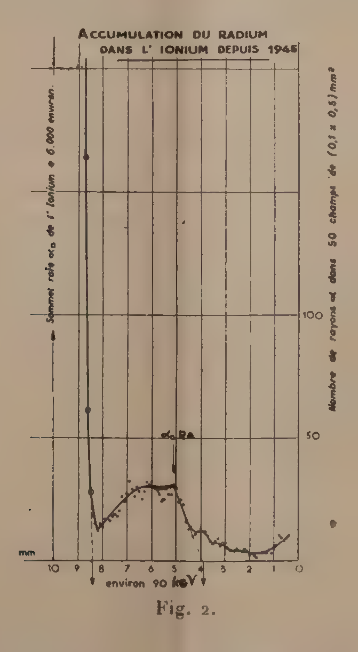


Fig. 2.

d'environ 69 keV; on voit également apparaître un groupe vers 170 keV, mais ce groupe, comme d'autres groupes lents, demande une confirmation ultérieure. La vie relativement longue de Io (80.10^3 ans) oblige à utiliser une source large (2^{mm}), ce qui diminue le pouvoir séparateur du spectrographe. Même pour les poses de 21 jours, le dépouillement des clichés, surtout du côté des faibles énergies, demande beaucoup de temps et le nombre des rayons α comptés est encore fortement influencé par les fluctuations statistiques. Nous

poursuivons le travail, mais il nous semble intéressant de donner ces premiers résultats.

On peut rapprocher les différences $\alpha_0 - \alpha_1 \sim 70$ keV et $\alpha_0 - \alpha_2 \sim 173$ keV des groupes de rayons de 68 ± 1 et 190 ± 20 keV donnés par Ward. Nous espérons ultérieurement pouvoir donner les intensités des différents groupes α, mais les résultats déjà acquis indiquent que le groupe α_1 a une intensité d'un ordre de grandeur comparable à celle de α_0; on doit donc admettre que le quantum de 68 keV est très fortement converti, car Ward a seulement indiqué une intensité d'un photon environ pour 1000 particules α émises. L'étude du spectre β de Io est donc souhaitable. Remarquons que les deux groupes de Io pourraient, d'après l'allure de certaines de nos courbes (non reproduites) être complexes, ce qui aurait comme conséquence l'existence, soit d'un spectre γ mou, soit d'un spectre β assez compliqué.

Notons que la présence du Ra, accumulé depuis trois ans, ressort nettement sur la figure 2. On pourrait d'ici quelques années déterminer directement la vie moyenne du Ra par l'étude de son accroissement. D'autre part, l'intensité du Ra étant de l'ordre du millième par rapport à celle de Io, on peut donc par notre méthode envisager l'examen d'éléments dont la vie moyenne serait de l'ordre de 10^8 à 10^9 années.

RADIOACTIVITÉ. — *Sur l'existence d'un nouvel isotope du radon : le* Rn 218. Note (*) de M. **Robert Walen**, présentée par M. Frédéric Joliot

En 1943, Karlik et Bernert (1) ont signalé l'existence dans le RaA d'un rayonnement α de long parcours (55mm,3) présent dans la proportion de 3.10^{-4}. L'explication la plus vraisemblable à tous les points de vue était que ce rayonnement appartenait à l'élément At 218, dérivant du RaA par embranchement β. Karlik et Bernert, d'après leurs courbes, attribuèrent à l'At 218 une période de l'ordre d'une dizaine de secondes, leurs erreurs statistiques ne permettant néanmoins pas d'être affirmatifs sur ce point. Le spectre α publié a un aspect complexe, la largeur de celui-ci ne pouvant correspondre à un groupe monocinétique.

Nous avons repris cette question afin d'essayer de préciser les points suivants :

L'émission α de l'At 218 est-elle complexe ou simple?

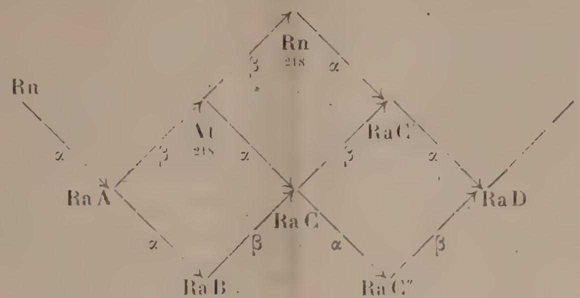
La période est-elle réellement celle indiquée par Karlik et Bernert, puisque c'est la seule preuve expérimentale permettant d'affirmer qu'il s'agit d'un corps autre que le RaA ?

La complexité du spectre observé ne peut-il pas provenir d'un embranchement β dans l'At 218 donnant naissance au Rn 218, émetteur α?

(*) Séance du 15 novembre 1948.

(1) *Naturwiss.*, 31, 1943, p. 298; *Zeit. f. Phys.*, 123, 1944, p. 51.

Ces recherches nous ont conduit à admettre le schéma suivant pour l'embranchement β débutant au Ra A :



L'identification du Rn 218 a été conduite de la façon suivante : un dépôt actif propre et peu âgé est balayé par un courant d'air qui est injecté par à-coups dans une chambre d'ionisation reliée à un amplificateur proportionnel enregistreur : on observe après chaque injection d'air la décroissance dans la chambre d'un émetteur α gazeux, de période 1ˢ, 3. L'identification physique a été faite en faisant traverser par l'air, porteur de l'activité, et mélangé à une trace de radon normal, un capillaire refroidi par l'air liquide : en réchauffant ce tube et en répétant l'expérience précédente, on constate l'apparition simultanée de l'activité nouvelle et de celle du Rn 222 pour une température de — 100°C. La seule possibilité pour l'émetteur α nouveau est ainsi qu'il soit un isotope du Rn. L'activité initiale est proportionnelle à la quantité présente de Ra A, ce qui établit la filiation.

Nous avons en outre cherché à établir que le Rn 218, par émission α, retombe bien sur le Ra C' par l'essai suivant : On fait pénétrer brusquement dans une capsule fermée par une fenêtre de mica mince (2^{mm}, 5 air équivalent) du radon débarrassé de toute trace de dépôt actif, et l'on étudie la croissance du Ra C' par chambre d'ionisation et amplificateur. On observe dans les premières secondes une intensité plus forte que celle correspondant à la croissance *normale* de cet élément, en bon accord avec l'hypothèse suivant laquelle le Rn 222, et le Rn 218 dérivant du dépôt actif dans l'ampoule de radon, pénètrent ensemble dans la capsule. Étant donné la période de 10^{-4} seconde du Ra C', la désintégration α du Rn 218 est pratiquement simultanée avec celle du Ra C' qui lui succède, et l'on observe ainsi une courte décroissance α au moment où le rayonnement du Ra C' ne fait que commencer. Ces deux composantes sont à peu près à égalité d'intensité vers la 6ᵉ seconde de l'accumulation du dépôt actif.

Les deux méthodes utilisées plus haut donnent, à l'équilibre, un rapport α Rn 218/α Ra A de l'ordre de 2.10^{-7}.

L'étude de l'At 218 a conduit aux résultats suivants :

Le groupe α est simple, avec un parcours moyen de 55^{mm}, 5, la bifurcation qui lui donne naissance étant de 2.10^{-4}. La bifurcation β dans l'At 218 vers le Rn 218 est alors de l'ordre 10^{-3}. Un certain nombre de résultats peu clairs

observés par Karlik et Bernert semblent dus à des protons projetés et de transmutation qui se superposent aux rayons α dans la chambre d'ionisation.

Des essais d'identification ont été faits en soumettant un dépôt actif sur feuille de platine, au cours de la mesure, à des chauffages brusques de courte durée. On observe ainsi que le porteur du rayonnement de 55^{mm} est plus volatil que le RaA. Par ce procédé, et par celui de l'observation dès le début du dépôt actif formé à partir du radon, on aboutit à une limite supérieure de quelques secondes pour la période de l'At 218. Le désaccord entre cette limite et celle que l'on peut déduire des courbes de Karlik et Bernert peut provenir, dans le cas de ces auteurs, d'un remplissage, de leur capsule par le radon, ayant une certaine durée, c'est-à-dire d'un instant initial mal défini, ce qui produit un décalage apparent, par rapport au RaC′, des rayonnements dérivant du RaA.

Joint à l'existence de l'isotope nouveau du radon qui ne peut que dériver du RaA, l'ensemble des faits expérimentaux semble prouver l'existence de l'isotope At 218.

RAYONS COSMIQUES. — *Distribution zénithale de la composante pénétrante du rayonnement cosmique.* Note (*) de MM. **Anatole Rogozinski** et **André Voisin**, présentée par M. Louis de Broglie.

Les mesures ont été effectuées à l'Observatoire de Meudon (altitude 148^{m}), par la méthode d'absorption différentielle, récemment décrite par Rogozinski et Lesage [1]; l'appareillage utilisé (*fig.* 1) ne diffère de celui des auteurs cités que par les points suivants :

a. Chacun des compteurs A, B, C du télescope est remplacé par 2 compteurs connectés en parallèle $A_1 + A_2$, $B_1 + B_2$, $C_1 + C_2$.

b. Le nombre des compteurs G est porté à 6, afin de conserver au télescope une protection efficace contre les gerbes latérales pour les grands angles au zénith.

c. L'épaisseur de l'écran différentiel Q est augmenté jusqu'à 8^{cm} Pb.

Résultats. — Les mesures ont porté sur les angles au zénith de 0°, 30°, 60° et 73° Est. La valeur maximum de 73° a été choisie, afin que les particules venant de l'Ouest ne puissent pas décharger le télescope. Les résultats rapportés ici concernent la distribution zénithale $I(\theta)$ de la composante pénétrante (mésons), filtrée par 6, par 14 et par 22^{cm} Pb. On a effectué également une série de mesures de la distribution zénithale des mésons compris dans des *bandes spectrales étroites* dont la largeur est déterminée par l'écran Q. Cependant, les résultats de ces dernières mesures ne seront communiqués que lorsque leur précision statistique sera suffisamment élevée.

(*) Séance du 27 octobre 1948.

(1) *Comptes rendus*, 227, 1948, p. 1027.

θ	P (cm).	I(θ).	I(θ)/I(o).	P (cm).	I(θ).	I(θ)/I(o).	P (cm).	I(θ).	I(θ)/I(o).
0°...	6	150,4 ± 1,8	1	14	145,2 ± 1,7	1	22	133,7 ± 1,5	1
30°...	6	107,5 ± 1,3	0,713	14	103,5 ± 1,6	0,713	22	97,0 ± 1,5	0,726
60°...	6	32,1 ± 0,5	0,220	14	31,7 ± 0,5	0,218	22	28,1 ± 0,4	0,210
73°...	6	10,6 ± 0,5	0,066	14	10,2 ± 0,5	0,070	22	9,5 ± 0,5	0,071

Les résultats obtenus sont réunis dans le Tableau, où $P = P_1 + P_2 + P_3$ (*voir fig.* 1) est exprimé en centimètres de Pb et I(θ) en nombre d'anticoïncidences ABC — G par heure. Les corrections concernant l'épaisseur des parois des compteurs, l'effet barométrique, l'angle solide fini déterminé par le télescope, etc. ont été apportées aux résultats des mesures.

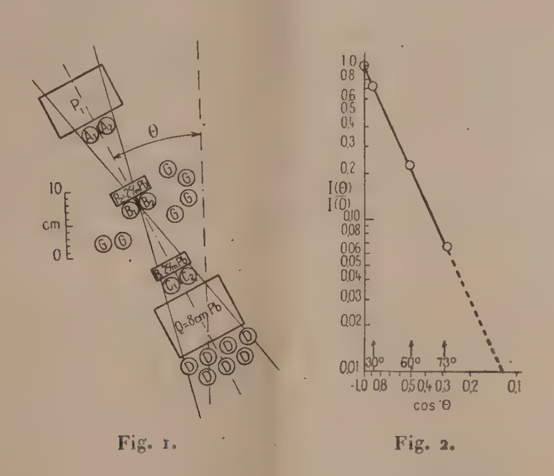


Fig. 1. Fig. 2.

Pour déterminer la loi de la distribution zénithale de la composante pénétrante étudiée, les courbes du rapport I(θ)/I(o), en fonction de cos θ, ont été tracées à une double échelle logarithmique (*fig.* 2). On obtient, aux erreurs statistiques près, la même droite présentant une pente égale à 2,20 ± 0,06, pour les trois épaisseurs de l'absorbant P. La loi cherchée peut donc se traduire par la relation

$$I(\theta) = I(o) \cos^{2,20}\theta.$$

Il convient de remarquer que, bien que les présentes mesures conduisent à une même loi de distribution zénithale pour les spectres des mésons correspondant, chacun, à l'une des trois épaisseurs de plomb P, il est possible que des mesures considérablement plus précises révèlent des lois légèrement différentes pour les trois spectres. Ajoutons, enfin, que pour le rayonnement d'où la composante gerbigène n'a pas été éliminée on retrouve la loi en $\cos^2\theta$, maintes fois signalée (2).

(2) T. H. JOHNSON, *Phys. Rev.*, 45, 1934, p. 569 et 48, 1935, p. 287; G. COCCONI et V. TONGIORGI, *Phys. Rev.*, 70, 1946, p. 850; J. CLAY et C. LEVERT, *Physica*, IX, 2, 1942, p. 158.

Spectre différentiel pour différents angles au zénith. — Les mesures ont permis, en outre, de déterminer plusieurs points du spectre différentiel des mésons pour les angles étudiés. Aux fluctuations statistiques près, les courbes obtenues sont en accord avec celle indiquée par MM. Rogozinski et Lesage ([1]), pour la direction verticale.

Mesures complémentaires. — Elles ont été effectuées dans le but de déterminer la fréquence relative des événements, où un méson peut être confondu avec une gerbe étroite ne déchargeant aucun des compteurs G. Dans ces mesures, le télescope était composé par les trois compteurs $A_1 B_2 C_1$ en triple coïncidence; un minimum de deux particules était ainsi nécessaire pour le décharger. Les anticoïncidences $A_1 B_2 C_1$-G traduisirent les gerbes étroites dont la proportion a été trouvée égale à environ 0,1 % du nombre de particules déchargeant le télescope primitif. Un effet aussi minime a donc pu être négligé, sans compter que certaines de ces gerbes étroites se composent, en réalité, d'un méson accompagné d'un électron de collision. Signalons d'ailleurs que ces gerbes étroites consistent, par moitiés, en gerbes pénétrantes et en gerbes molles, ces dernières étant arrêtées par les 8^{cm} Pb de l'écran différentiel.

RAYONS COSMIQUES. — *Quelques propriétés des rayons pénétrants dans les gerbes d'Auger.* Note (*) de M. **Jean Daudin**, présentée par M. Frédéric Joliot.

I. Il ne s'agira pas ici des corpuscules de pénétration moyenne qui ont fait l'objet de Notes récentes ([1]), mais de ceux qui sont capables de traverser 15 à 20^{cm} de plomb et qui se distinguent des précédents par un coude net de la courbe d'absorption ([2]).

M. Auger et ses collaborateurs les ont d'abord assimilés aux mésons ordinaires. En Angleterre et en Italie, divers chercheurs tels que Janossy, Tagliaferri et d'autres ([3]) furent frappés par la fréquence des coïncidences entre compteurs voisins sous écran et supposèrent que les particules pénétrantes étaient créées dans l'écran absorbant lui-même par les électrons et les photons de cascade. Cette hypothèse permettait de conserver la théorie des cascades photoélectroniques; cette théorie explique, en effet, entres autres la variation avec l'altitude, avec la distance entre les compteurs, etc. (Hilberry, Cocconi).

Mais on ne conserve ainsi la théorie dans l'air que pour l'abandonner dans le plomb, où naîtraient les particules pénétrantes. Une des difficultés de ce compromis est la suivante : la section efficace de matérialisation et de

(*) Séance du 27 octobre 1948.

([1]) Auger, Daudin, Fréon et Maze, *Comptes rendus*, **226**, 1948, p. 69.

([2]) *Cf.* par exemple, Daudin. *Thèses*, 1942, p. 70.

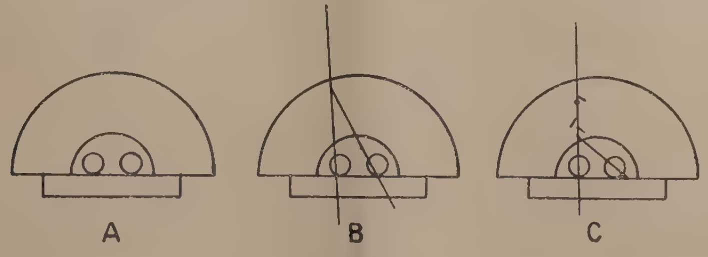
([3]) Janossy, *Proc, Roy. Soc.*, **192**, 1948, p. 364; Tagliaferri et Salvini, *Nuovo Cimento*, iv, 1947, p. 279.

rayonnement est proportionnelle au carré du numéro atomique. Pour que des particules pénétrantes soient produites dans le plomb et non dans l'air, il faudrait que la section efficace de production soit proportionnelle à Z^α avec $\alpha > 2$ (4).

II. Des expériences plus récentes, ont été faites en Italie avec des compteurs sous écran, séparés les uns des autres par 5^{cm} de plomb. Le nombre des coïncidences entre deux compteurs s'est révélé assez faible pour que ces chercheurs abandonnent l'hypothèse qu'ils avaient avancée et admettent la coexistence de particules pénétrantes de l'air avec des gerbes pénétrantes produites dans l'écran, ce qui d'ailleurs avait été observé en 1943 à la chambre de Wilson (5).

Depuis, Cocconi et Greisen, puis Treat et Greisen (6) ont poursuivi sur ce sujet des expériences nouvelles qui les conduisent à affirmer que les particules pénétrantes proviennent bien de l'air, tout au moins en majorité.

III. Une nouvelle expérience a été faite au Pic du Midi l'été 1948 (2 860^m) après avoir été commencée à Bagnères-de-Bigorre, 550^m). Si l'on place dans la même cavité, à côté d'un premier compteur, un deuxième compteur, le tout associé à deux compteurs nus de grande surface éloignés de quelques mètres (1 300 à 2 000$^{cm^2}$), le nombre des coïncidences sera un indice du pouvoir gerbigène des particules pénétrantes ou de leur association en gerbes. Comme nous l'avons indiqué en janvier (1) la proportion des coïncidences reste (en accord avec Janossy) sous 19^{cm} plomb de l'ordre de 35 % ou même 40 % au



A. — Dispositif compteurs nus dans la cavité.
B. — Compteurs protégés dans la cavité, particules pénétrantes jumelées.
C. — Compteurs protégés dans la cavité, particules molles arrêtées dans la feuille de 4^{mm}.

Pic du Midi, très supérieure à celle qui est observée dans les mêmes conditions géométriques pour les mésons ordinaires (environ 7 %).

Si nous enroulons autour des 2 compteurs, en une espèce de jumelle, une feuille de plomb de 4^{mm} sans rien changer à la géométrie (*fig.* 1), nous avons

---

(4) A moins que comme le suggèrent les récentes expériences de Janossy, elle ne soient absorbées dans l'air par désintégration rapide.

(5) Daudin, *Annales de Physique*, **20**, 1945 p. 563.

(6) Cocconi et Greisen, *Phys. Rev.*, 1948; Treat et Greisen, *Phys. Rev.*, **74**, 1948, p. 414.

une protection supplémentaire de 4^{mm} et entre les deux compteurs une cloison de 8^{mm}. Ou bien les particules qui touchent les compteurs ont une origine lointaine (dans l'air ou dans la profondeur de l'écran), dans ce cas elles sont assez pénétrantes pour que le faible écran supplémentaire soit sans effet, ou bien une partie d'entre elles a une origine très locale, une faible énergie; alors la feuille de plomb pourra absorber notablement les coïncidences.

A Bagnères-de-Bigorre, le nombre des coïncidences est tombé avec la feuille de 4^{mm} de 42 en 543 heures à 19 en 505 heures.

Au Pic du Midi dans les mêmes conditions, de 78 en 111 heures à 78 en 183 heures. Et, avec d'autres compteurs de 62 en 39 heures à 61 en 71 heures.

La décroissance est de $40\% \pm 6\%$. Donc les compteurs sous plomb sont touchés dans un grand nombre de cas par un rayonnement mou né au voisinage de la cavité.

Les particules pénétrantes des gerbes de l'air sont trop gerbigènes pour être des mésons ordinaires isolés. Elles comportent trop de secondaires mous pour être des mésons en gerbe. Cependant, l'effet de la cloison paraît les rapprocher des mésons isolés pour lesquels la même cloison fait tomber les coïncidences de 7 à 2 %.

Salvini ([7]), en discutant ses expériences et les nôtres, pensait pouvoir reconstituer le pouvoir pénétrant par une combinaison appropriée de particules connues. Mais les particules moyennement pénétrantes sont trop faiblement absorbées, les particules plus dures sont trop accompagnées de secondaires mous pour que l'on n'ait pas des raisons sérieuses de douter du succès d'une telle entreprise. Des particules de masse comprise entre celle du méson et celle de l'électron rendraient compte au mieux de l'absorption et du pouvoir gerbigène.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Spectres de fluorescence de sels d'uranyle à la température de l'hydrogène liquide; existence d'une fréquence* 12 cm^{-1} *environ.* (*) Note de Mme **Marie Freymann** et M. **René Freymann**, présentée par M. Aimé Cotton.

Nos recherches antérieures ont porté sur les spectres de fluorescence et d'absorption de sels d'uranyle à la température de l'azote ou de l'air liquide ([1]). Grâce à l'hydrogène liquide préparé au Laboratoire des Basses Températures de Bellevue, nous avons pu étudier (ce qui ne semble pas avoir été fait jusqu'ici) les spectres de fluorescence de l'acétate à $2H_2O$ et du nitrate à $6H_2O$, à la température de $-253°C$.

Les spectres obtenus, et surtout celui de l'acétate, montrent un grand

---

([7]) *Nuevo Cimento*, V, 1948, p. 104.

(*) Séance du 8 novembre 1948.

([1]) *Comptes rendus*, **223**, 1946, p. 543 et 573; **225**, 1947, p. 529; **226**, 1948, p. 332, **226**, 1948, p. 1029.

Nitrate + éther (— 196°).	Acétate (— 253°).	Acétate (— 196°).	Nitrate (— 253°).	Nitrate (— 196°).
		19982		
	20005			
	20038		20024	
	20061		20049	
	20081			
	20094			20100
(19260 + 865)	20136			
	(19285 + 861)			
	20157	20153	20161	
(19320 + 865)	20183			
	20210			
(19365 + 865)				
	20246			
	(18539 + 861 × 2)			
	20280	20285		
	(18571 + 861 × 2)			
	20306			20305
	20315			
(19463 + 865)				
(19485 + 865)	20343		20345	20345
	(19498 + 861)			
	20385	20355		
20400	20396	20392		20396
20415	20422		20416	20425
20446	(19576 + 861)	20441		
	20455		20459	
20467				
	20485		20486	
(19624 + 865)	20494			
20500	(19645 + 861)		20499	20500
20515	(19657 + 861)		20522	
20534	(19669 + 861)			
(19681 + 865)	20542			
20561	20559	20563	20557	
(19712 + 865)	20572			
20588		20588	20582	20589
	20601			
20616				
		20627		20623
20636	20632			
20653	20660			
	(19814 + 861)			
(19821 + 865)		(19831 + 865)	(19826 + 865)	
20714				
(19872 + 865)	20730	20732		
20766	(19901 + 861)	(20756) Abs.	(19904 + 865)	
(19936 + 865)	20805			

nombre de bandes qui n'avaient pas été observées jusqu'ici (à température plus élevée). Cette complexité ne nous permet de reproduire (Tableau) que les bandes correspondant au premier groupe, de 21 000 à 19 980 cm^{-1}; les bandes des autres groupes s'en déduiront en retranchant 861, 861×2, ...; exceptionnellement nous donnons, entre parenthèses, les bandes du deuxième groupe qui n'ont pas de correspondant dans le premier. Nous avons fait précéder les données relatives à l'acétate à $2H_2O$ et au nitrate à $6H_2O$ de celles qui ont été obtenues précédemment ([2]) pour nitrate + éther : il est remarquable, en effet, que ce dernier montre, à — 196°C., la même complexité que l'acétate à — 253°C. L'addition du composé organique produit le même effet que la réduction de l'agitation thermique.

Nous tirerons les conclusions suivantes du Tableau :

1° Comme on devait s'y attendre, les bandes deviennent *plus fines* lorsque la température s'abaisse.

2° En même temps, de *nouveaux niveaux apparaissent, alors que d'autres disparaissent*. Ex., Acétate — 196°C. : 20 588 cm^{-1}; — 253°C. : 20 601 cm^{-1}.

3° Le parallèle établi entre nitrate + éther, nitrate à $6H_2O$, acétate à $2H_2O$ confirme la possibilité de donner *une classification unique* pour tous les sels d'uranyle.

4° Le résultat le plus important est celui-ci : Nous avions montré (et interprété) précédemment ([1]) l'existence d'un dédoublement de 30 cm^{-1} environ de nombreux niveaux d'énergie. Cependant, il était surprenant que les écarts par rapport à 30 cm^{-1} entre les diverses composantes fussent supérieurs aux erreurs d'expérience. Exemple : 20756 — 20732 = 24; 20627 — 20588 = 39, etc. Nous pouvons expliquer maintenant ce désaccord : *La présente étude met en évidence l'existence d'un autre dédoublement, de* 12 cm^{-1} *environ*. Exemple : 20632-20601-20588-20572-20559 donnent respectivement 31, 13, 16, 13 cm^{-1}; 20542-(20530)-(20518)-(20506)-20494-20485 donnent respectivement 12, 12, 12, 12, 9 cm^{-1}. Il faut d'ailleurs rapprocher notre observation de celle de Satyanarayana qui a mis en évidence un dédoublement 865 — 853 = 12 cm^{-1} dans l'effet Raman du chlorure d'uranyle (combinaison ?).

Les fréquences 30 et 12 cm^{-1} ainsi mises en évidence ont sans doute une origine analogue à celle des bandes de basse fréquence étudiées par Kastler et Rousset; mais il n'est pas exclu que de nouvelles recherches dans l'infrarouge lointain ou dans l'ultrahertzien, et sur les spectres électroniques à — 253°C (avec un plus grand pouvoir de résolution) fassent apparaître d'autres fréquences. C'est alors seulement qu'une classification complète des spectres pourra être donnée.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Influence de la rigidité des corps solides sur la propagation des réactions à l'état solide.* Note (*) de M. **René Perrin**, présentée par M. Pierre Jolibois.

Je me propose d'attirer l'attention sur un point qui, à ma connaissance, ne me paraît pas avoir été suffisamment mis en relief dans l'étude des réactions relatives à l'état solide. Celles-ci s'accompagnent normalement de variations de volumes; ainsi tout facteur qui s'oppose à une augmentation de volume, s'oppose par là même à la propagation de la réaction génératrice d'une telle augmentation. Or, les poudres ou précipités sur lesquels portent les expériences, si fins soient-ils, ont encore des dimensions importantes par rapport aux mailles de réseaux. La rigidité des particules est donc, surtout pour les corps non plastiques, un facteur de ralentissement pour la propagation de diffusions d'ions, facteur d'autant plus important que la température est plus basse et que l'augmentation de volume, due à une réaction, est plus forte. On peut penser trouver là une raison de l'influence de la finesse des particules et de leur forme sur la facilité des réactions et sur leur achèvement plus ou moins complet, raison s'ajoutant à celle de l'étendue des contacts. Cette même considération de rigidité doit également jouer un rôle dans la nature des réactions, ainsi que dans la nature des cristaux nouvellement formés; il est difficile à une particule de dimensions relativement importantes et rigide de se transformer, en des temps relativement courts, à cœur, par diffusion dans le solide à partir de sa surface, par une réaction accompagnée d'une forte augmentation de volume.

Prenons à titre d'exemple, les composés d'oxydes et, en particulier, les silicates et les minéraux naturels : Goldschmidt a montré que le volume occupé par les atomes d'oxygène dans ces corps représente plus de 90 % du volume total des atomes; le volume occupé par le réseau des atomes d'oxygène détermine donc pratiquement le volume de ces minéraux; Brajnikov a calculé, de son côté, que la concentration en oxygène, c'est-à-dire le nombre d'atomes d'oxygène existant dans 1^{cm^3}, est très variable d'un minéral à l'autre, de 0,322 à $0,731.10^{23}$ dans les minéraux connus. Il résulte de l'ensemble de ces deux faits que la genèse de tels ou tels minéraux ou associations de minéraux dans le solide est obligatoirement influencée par l'ensemble de deux facteurs :

1° La concentration en oxygène dans le solide, où les minéraux prennent naissance, qui existait avant la formation de ces derniers.

2° La plus ou moins grande possibilité qu'a ce solide de se déformer pour adapter sa concentration en oxygène à celle de nouveaux minéraux.

A titre d'exemple, dans la dévitrification d'un verre par recuit, la néocristal-

(*) Séance du 27 octobre 1948.

lisation doit s'adapter à la concentration en oxygène préexistante du verre, celle-ci pouvant être plus ou moins modifiable selon la latitude de déformation laissée au verre. On conçoit aisément que cet ensemble de facteurs peut conditionner, lors de la dévitrification, la genèse, comme l'ont observé MM. Albert Michel-Lévy et Wyart aux mêmes températures, selon le cas par exemple, soit de cristobalite, soit de quartz, dont les concentrations en oxygène sont respectivement de $0,450.10^{23}$ environ et $0,535.10^{23}$ correspondant à des densités nettement différentes.

Les conditions d'expérimentation, lors de la synthèse de tel ou tel minéral, étant toujours différentes de celles qui ont existé dans les roches, je ne pense pas que l'on puisse donc conclure de la nécessité de l'intervention de certains facteurs dans ces synthèses, à leur nécessité parallèle, lors des genèses naturelles. Par exemple, M. Wyart a trouvé nécessaire, pour la synthèse de quartz, à partir de verre, le recuit sous pression d'eau près de la température critique en présence de potasse. Il n'est pas interdit de penser qu'un rôle essentiel joué par l'eau dans ce cas soit de permettre au verre, en l'attaquant, d'adapter sa concentration en oxygène à celle du quartz. Mais, dans les roches, dont les concentrations en oxygène sont voisines de celles du quartz, il ne me paraît pas évident que les mêmes conditions aient été indispensables. L'observation montre, d'ailleurs, la néogenèse de quartz dans des roches certainement restées à basse température.

Je cite ces faits à titre d'exemple, mais il me paraît certain que la plus ou moins grande latitude de déformation laissée à des solides, dans des conditions déterminées, doit avoir une influence sur la nature, la vitesse et l'achèvement plus ou moins intégral des réactions dans l'état solide. Il n'apparaît pas impossible que cette influence soit aussi grande que celle des vitesses de diffusion.

Peut-être faut-il trouver là une explication partielle des facilités très inégales des différentes réactions, indépendamment de leur exothermie et du facteur contact ainsi que de l'influence des changements allotropiques ou de certains catalyseurs, eau comprise, de la pression, de la finesse et de la forme des corps réagissants, etc.

Peut-être aussi est-ce à des considérations de cette sorte qu'est due la difficulté de reproduction par synthèse de nombreux minéraux naturels, tandis que réciproquement sont aisément obtenus par réaction dans le solide des composés inconnus dans les roches.

Il me semble, en tout cas, que cette influence de la dimension des corps, de leur rigidité et des conditions de milieu auxquels ils sont soumis doit toujours être présente à l'esprit, lors de l'étude des réactions dans le solide.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Détermination de la masse moléculaire de substances macromoléculaires à l'aide du tensiomètre à lame dépolie*. Note (*) de MM. **Marcel Abribat** et **Jacques Pouradier**, présentée par M. Paul Pascal.

La plupart des substances macromoléculaires peuvent être étalées en un film surperficiel monomoléculaire à la surface d'une eau capillairement propre. Cet étalement est obtenu en déposant soit des parcelles extrêmement fines de la substance, soit des gouttes d'une solution diluée. Pour certaines substances, macromoléculaires, les propriétés du film surperficiel varient avec les conditions d'étalement [1] et, afin d'obtenir un étalement complet conduisant à un film superficiel homogène, il est indispensable de prendre certaines précautions. Celles-ci ont été précisées par Guastalla [2] et Joly [3] pour les protéines.

Les macromolécules étalées à la surface de l'eau exercent une pression superficielle P qui, par définition, est la différence entre la tension superficielle de l'eau et celle de l'eau recouverte du film. Les mesures de tension superficielle ont été effectuées avec un tensiomètre Dognon-Abribat. Cet appareil, basé sur le principe de la lame immergée, permet des mesures très précises car, par emploi d'une lame de platine dépolie [4], [5], parfaitement mouillable, il évite toutes les erreurs introduites par un mauvais mouillage de la lame. Celle-ci est fixée au fléau d'une balance électromagnétique. Pour augmenter la sensibilité, nous avons monté sur le pivot de la balance un miroir de Poggendorff et avons mesuré l'intensité du courant traversant la bobine électromagnétique avec un potentiomètre de précision monté aux bornes de la bobine. La sensibilité du tensiomètre Dognon-Abribat ainsi modifié est de l'ordre de 0,004 dyne/cm [6], [7].

Aux faibles concentrations superficielles (inférieures à quelques dixièmes de milligramme par mètre carré) les molécules disposent de surfaces très grandes par rapport à leurs encombrements propres et se comportent comme des molécules gazeuses. La compression de ces gaz superficiels obéit à une loi dérivée de la loi de Mariotte, en remplaçant le volume par la surface qu'occupe une molécule gramme

$$PS = RT. \tag{1}$$

(*) Séance du 15 novembre 1948.

(1) D. J. Crips, *J. Coll. Sc.*, **1**, 1946, p. 49 et 160.

(2) *Cahiers de Phys.*, **13**, 1943, p. 5.

(3) *Comptes rendus*, **208**, 1939, p. 975; *Journ. Chim. Phys.*, **36**, 1939, p. 285.

(4) M. Abribat et A. Dognon, *Journ. Phys. Rad.*, VII, **10**, 1939, p. 22.

(5) A. Dognon et M. Abribat, *Comptes rendus*, **208**, 1939, p. 1881.

(6) J. Pouradier et M. Abribat, *Journ. Chim. Phys.*, **43**, 1946, p. 183.

(7) J. Pouradier, *Thèse*, Paris, 1948.

En fait, il est nécessaire de tenir compte de l'encombrement propre des molécules et, de même qu'à trois dimensions, il faut introduire un terme correctif par rapport à la loi des gaz parfaits

$$P(S-b)=RT. \qquad (2)$$

L'application de cette loi, qui a été vérifiée par différents auteurs ([2]), ([8]), ([9]), à l'aide de manomètres superficiels mesurant directement la pression superficielle, permet de déterminer la masse moléculaire M de la substance étalée $M=k\lim(c/P)_{c\to 0}$.

A 20°, en exprimant c en milligrammes par mètre carré et P en millidynes par centimètre, on a $k=2{,}43.10^6$. Cette méthode, qui a été utilisée pour l'étude des protéines ([2]) et du chlorure de polyvinyle ([10]) a donné d'excellents résultats.

A la différence des auteurs précédents, nous avons étudié les gaz superficiels, non plus avec un manomètre superficiel, mais avec le tensiomètre Dognon-Abribat. Afin de vérifier les valeurs des masses moléculaires obtenues, nous avons étudié, en collaboration avec P. Clément, ces mêmes substances par pression osmotique. Les résultats sont réunis dans le tableau ci-dessous :

	Masse moléculaire	
	par la méthode des tensions superficielles.	par osmométrie.
Gélatine de peau déminéralisée, de point isoélectrique 4,7	34 000	39 000
Gélatine fractionnée :		
a. Échantillon léger	17 000	19 000
b. » léger	18 500	19 000
c. » moyen	50 000	56 000
d. » lourd	80 000	110 000
Acétate de cellulose à 54,45 % CH_3CO_2H en solution dans :		
a. L'acétone	40 000	41 000
b. Un mélange CH_2Cl_2 31 % / C_2H_5OH 69 %	38 000	41 000
Triacétate de cellulose en solution dans le chlorure de méthylène	49 000	47 800

La concordance entre les résultats obtenus par les deux méthodes prouve que la technique des tensions superficielles peut être utilisée pour la mesure des masses moléculaires des hauts polymères. Nous avons également mesuré

([8]) Adam et Jessop, *Proc. Roy. Soc.*, **110**, 1926, p. 423.

([9]) J. Guastalla, *Comptes rendus*, **189**, 1929, p. 241; *Cahiers de Physique*, **10**, 1942, p. 30.

([10]) J. Guastalla, *Journ. Chim. Phys.*, **43**, 1946, p. 184.

les masses moléculaires de ces substances à l'aide d'un micromanomètre à fil tendu de Guastalla, et les résultats obtenus se sont avérés être en excellent accord avec ceux qui sont rapportés ci-dessus.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Diquinol mésodi α-furylé de l'anthracène. Transpositions par l'acide chlorhydrique.* Note (*) de M. **Raymond Brisson**, présentée par M. Charles Dufraisse.

On a déjà montré ([1]) que l'action de l'acide chlorhydrique, à froid, sur le diquinol mésophénylé α-furylé dihydroanthracénique (I) donne des résultats différents suivant que l'on opère en présence ou non d'alcools. En milieu alcoolique, on aboutit, après ouverture du cycle furannique, aux éthers-sels du (phéno-9′ anthranyl)-4 butène-3 ol-4 oique (III) alors que, sans alcool, on obtient le (phéno-9′ anthranyl)-2 hydroxy-5 furanne (IV), sans ouverture de l'hétérocycle.

La présente Note se rapporte au comportement du diquinol di α-furylé, le difuryl-9.10-dihydroxy-9.10-dihydro-9.10-anthracène (II). Dans ce cas, les réactions sont analogues à celles du diquinol phénylé α-furylé (I), à cela près, qu'il n'y a attaque, dans les conditions opératoires très douces utilisées, que d'un seul noyau furannique, l'autre ne participant pas à la réaction.

Ar OH

OH

O

Ar = C_6H_5 (I)

Ar = C_4H_3O (II)

a. En présence des alcools méthylique, éthylique et benzylique et d'acide chlorhydrique aqueux on aboutit aux esters d'un acide β-γ-énolique, le (furo-9′ anthranyl)-4 butène-3 ol-4 oique (VI), instable à la chaleur, cristaux jaunes, $C_{22}H_{16}O_4$, F_{inst} 224°. Les éthers-sels obtenus, colorés également en jaune, correspondent à l'alcool au sein duquel s'est faite la réaction : ester méthylique $C_{23}H_{18}O_4$, F_{inst} 144°; ester éthylique $C_{24}H_{20}O_4$, F_{inst} 124°; ester benzylique $C_{29}H_{22}O_4$, F_{inst} 120°. Les structures proposées s'accordent avec l'analyse centésimale et fonctionnelle (H mobile et alcoxyle), l'allure anthracénique du spectre d'absorption et certaines propriétés chimiques. Parmi celles-ci, la présence d'une fonction éther-sel est démontrée par la saponification en l'acide (VI), le retour inverse de l'acide à chacun des trois éthers-sels et l'alcoolyse.

(*) Séance du 8 novembre 1948.

([1]) A. Etienne et R. Brisson, *Comptes rendus*, 227, 1948, p. 208, 288 et 851.

L'action des magnésiens s'accorde également avec l'existence d'une fonction ester d'acide β-γ énolique; ainsi le bromure de phényl magnésium donne avec les éthers-sels considérés un seul et même corps : le (furo-9′ anthranyl)-4 diphényl-1.1 butène-3 diol-1.4, $C_{34}H_{26}O_3$, (VIII), cristaux jaunes, F_{inst} 205°, analogue au dérivé phénoanthranylé (V) déjà signalé.

	Ar = C_6H_5	Ar = C_4H_3O
—C(OH)=CH—CH₂—CO₂H	(III)	(VI)
—(furanne)—OH ⇌ —(lactone)=O	(IV)	(VII)
—C(OH)=CH—CH₂—C(C₆H₅)₂—OH	(V)	(VIII)

(IX). (X).

b. En l'absence d'alcool, dans l'éther chlorhydrique, on aboutit au (furo-9′ anthanyl)-2 hydroxy-5 furanne, tautomère avec la forme lactonique : cristaux jaunes, $C_{22}H_{14}O_3$ (VII), F_{inst} 168°. Le corps se transforme par les alcalis et par les alcools chlorhydriques à l'ébullition en sel alcalin et en esters du (furo-9′ anthranyl)-4 butène-3 ol-4 oique (VI) signalé plus haut. Dans tous ces corps il n'a pas été possible de mettre en évidence, par des réactions spécifiques, la présence du noyau furannique inattaqué et de plus l'oxydation chromique provoque le départ complet des restes en méso avec formation d'anthraquinone.

L'attaque d'un seul des deux noyaux furanniques en méso de la molécule du diquinol (II) ne doit cependant pas nous étonner. Manifestement les deux OH en méso sont très mobiles et, après leur départ, le système tend à se réarranger avec attaque d'un seul noyau furannique pour aboutir à une structure plus stable, à grande énergie de résonance, en l'espèce la structure anthracénique. La stabilité du cycle furannique présent dans la nouvelle molécule est à rapprocher de la résistance aux acides, à froid, du noyau d'autres dérivés furanniques-α substitués. On peut citer spécialement l'exemple similaire du

phényl-9 furyl-10 anthracène (IX), qui a été obtenu par déshydratation, dans les mêmes conditions (HCl avec ou sans alcool à froid), du monoquinol (X) [*voir* (1) p. 288] sans attaque de l'hétérocycle. Toutefois il est probable que la scission pourrait avoir lieu dans des conditions plus rudes utilisées quelquefois pour d'autres dérivés furanniques : acide chlorhydrique concentré à chaud par exemple.

GÉOLOGIE. — *Sur la tectonique* alpine *de Belledonne aux abords de la cluse transversale de la Romanche.* Note de M. **Pierre Lory**, présentée par M. Charles Jacob.

Aux flancs de la profonde coupure que la Romanche et son glacier ont pratiquée à travers Belledonne, du Verrou de Séchilienne à celui de Mésage, se placent les coupes auxquelles nous devons la plus grande partie de nos connaissances sur la tectonique des deux massifs ainsi séparés.

Très complexe, celle-ci offre (1) *le style général depuis longtemps signalé par Ch. Lory*, avec les deux modes très différents qu'il affecte dans le Matériel hercynien et le Matériel alpin.

Poursuivant le levé des contours de la Carte géologique dans cette région (feuille Vizille), j'ai indiqué plusieurs fois, la dernière en 1944 (2), l'état de mes observations; celles que j'ai recueillies depuis lors permettent de mieux analyser et de reconstituer plus sûrement cette structure : en voici certains traits.

Tout d'abord, une fois de plus j'affirme que Belledonne, unité orographique, a par contre tectoniquement une *structure binaire*, composée qu'elle est de deux éléments distincts même lorsqu'ils sont jointifs, la *Chaîne principale* et la *Chaîne externe*. En ce qui concerne les tronçons ici considérés, il s'agit d'un fait d'observation, directement contrôlable. La Chaîne externe, c'est au Sud de la Romanche, le petit Massif de la Mure, dont nul ne conteste l'individualité. Par le travers de Laffrey il n'y a pas encore de contact visible entre son *matériel hercynien* et celui de la Chaîne principale (Taillefer), mais vers la cote 800, leur intervalle s'est rétréci à 600^m. Au Nord de la cluse, les entailles des routes ne montrent, jusque vers 800^m aussi, que Schistes cristallins sur et contre Schistes cristallins. Mais cette *cicatrisation* ne traduit nullement un raccord : quand, au-dessus de Faunafray, vers 1 050^m, reparaît la voûte anticlinale de la Chaîne externe, son flanc Est est couvert de menues écailles (micaschistes, Trias, Lias calcaire) détachées de sa surface et légèrement poussées vers le haut par la remontée du front hercynien de la Chaîne interne. En amont et jusqu'au faîte (Collet de Fau Laurent), la surface de traînage de ce même front est garnie de copeaux fort divers et plus grands, qu'il a arra-

(1) G. et B. Choubert, *Comptes rendus*, 196, 1933, p. 1040.

(2) *Bull. Carte géol., Fr.*, n° 216, 1944.

chés et entraînés sous lui. Plus que jamais, on le voit, les deux unités sont tectoniquement distinctes.

Ce *recouvrement* met en jeu des forces tangentielles dont l'intensité masque l'action de la gravité. Mais à son tour, celle-ci se montre non moins prépondérante sur le versant Sud de la cluse, dans l'évolution de la Couverture.

La Nappe de Couverture du Serre et ses subdivisions. — Le Serre est un très vaste lambeau de la Couverture décollée de la chaîne principale, qui a glissé au flanc de Taillefer sur la surface prétriasique déformée par les mouvements *alpins*, en s'adaptant à la diversité de ses formes et de ses pentes, — de la presque horizontalité des paliers jusqu'à la raideur des gradins et à la presque verticalité du front cristallin. D'où ces conséquences successives : inégalités dans la vitesse (ou la lenteur) de la descente, formation et disjonction de coulées superposées, phénomène qui peut se reproduire à une série de degrés dans la même nappe. Grâce aux restes de Trias qui habituellement en marquent l'extrémité, il est possible de repérer et même de cartographier ces subdivisions primaires et secondaires des nappes (Digitations, Lobules ou Diverticules) : sur le versant Romanche du Serre j'en ai reconnu au moins onze.

Le Filon *dans la conduite Keller.* — A l'amont, la première de ces extrémités est formée seulement d'une dizaine de mètres de dolomie triasique, que la conduite hydraulique Keller rencontra inopinément entre le front de Taillefer, Gabbro épidermisé de Serpentine, et une centaine de mètres de Gneiss chloriteux : or, cette mince intercalation est tout le résidu de l'énorme digitation *Sommet Est — Cochette — Grand Riou*, puissante de quelque 250 mètres, de la Nappe de Couverture.

En 1947 seulement, je me suis avisé de la continuité qui certainement devait exister, sous les dépôts de surface et sous le Gneiss, entre les deux Trias, celui du thalweg du Riou et celui de la conduite. Une visite dans celle-ci, puis de nouveaux affleurements apparaissant grâce à la pluviosité de la saison, m'ont pleinement confirmé dans cette opinion : cette grande côte de Gneiss, qui semble bien enracinée, n'est pourtant qu'une *écaille* entraînée par une Digitation supérieure, laquelle a cisaillé obliquement celle du Sommet Est ; et la dolomie intercalée dans la conduite entre les deux Cristallins se présente ainsi comme l'exact homologue des *filons* décrits en 1897 par P. Termier dans le Pelvoux et dans le prolongement des Rousses.

GÉOLOGIE. — *Interprétation stratigraphique des séries continentales entre Ohanet et Bourarhet (Sahara central).* Note de MM. **Albert F. de Lapparent** et **Maurice Lelubre**, présentée par M. Charles Jacob.

Selon C. Kilian, les séries continentales argilo-gréseuses au Sahara, comprises entre le Dinantien marin et le Cénomanien marin, doivent être réparties en deux complexes distincts : l'un inférieur, le *continental post-*

tassilien, étroitement lié au Dinantien et affecté par les plissements hercyniens; l'autre supérieur, le *continental intercalaire*. On attribue la première série au Carbonifère moyen, tandis que la seconde serait principalement d'âge crétacé inférieur, avec une importante lacune de sédimentation entre les deux. Mais alors qu'au Touat et au Tidikelt une discordance nette les sépare, on éprouve au contraire, plus à l'Est, une extrême difficulté à les distinguer, du fait de la concordance habituelle de l'ensemble et de la similitude des faciès.

Nous avons envisagé le problème dans la région encadrée par l'Erg Issaouane, le Tinrhert, la frontière tripolitaine et le Tassili des Ajjers. A la suite de traversées effectuées, soit suivant la piste Issendjel-Ohanet, soit suivant l'ancienne piste In Akhamil-Hassi Issaouane avec extension à l'Est vers Hassi Bourarhet et jusqu'à In Azoua, nous sommes en mesure d'établir la succession suivante qui donne une coupe de 200^{km} du Nord au Sud, en allant de bas en haut dans l'échelle des terrains.

1. Nous partirons de la *série d'Assekhaïfaf* dont N. Menchikoff a précisé l'âge (Viséen supérieur) par la découverte de *Productus giganteus*; elle est principalement marine, mais admet des grès à *Lepidodendron* déjà reconnus par Foureau.

2. Au-dessus, vient la *série de Bourarhet*, puissante d'environ 200^{m}. Elle comprend des marnes vertes à couches de gypse, alternant avec des calcaires marins jaunes, rouges ou bleutés et des grès clairs. On y trouve : *Productus costatus*, *P. pustulosus* (déterminations G. Delépine), *P. cora*, *P. semireticulatus*, *P. inflatus*, *P. lineatus*, *Spirifer rectangulus*, des Gastéropodes (*Bellerophon*, *Loxonoma*), des Orthocères, des Crinoïdes. Les fossiles sont abondants, mais peu caractéristiques, sauf pourtant *Productus costatus* indiquant le Viséen supérieur (G. Delépine). Les calcaires à *Bellerophon* semblent être le dernier terme marin dans la région; ils constituent la vaste surface structurale qui longe au Sud tout l'Erg Bourarhet.

3. Au Nord de cet Erg, se développe la *série de Tigentourine*, vers l'Ouest découpée en collines, vers l'Est creusée en dépression. Épaisse de 70^{m} environ, elle comporte des grès feuilletés et surtout des argiles rouges et vertes, avec bancs de gypse qui jouent, grâce au climat désertique, dans le relief des Tigentourine.

4. Ensuite, la *série de Zarzaïtine* comprend 120^{m} de grès roses, rouges ou blancs, à stratification entrecroisée. On y rencontre des dragées de quartz; des pilules gréseuses ou *kerboub* mesurant jusqu'à 10^{cm}; des concrétions cylindriques verticales de nature énigmatique; des bois ferruginisés avec sol de végétation, mais point de traces charbonneuses.

Vers l'Est, les séries 3 et 4 ceinturent l'anticlinal de l'Edjelé-Tan-In-Azaoua; elles ont été affectées par ce plissement et montrent des pendages de 10 à 20° suivant les points.

5. Finalement, la série de *Taouratine*, soulignée par une falaise de 50^{m}, comprend des grès-quartzites, des grès à dragées, des psammites feuilletés.

La succession est parfaitement continue; tous les termes en paraissent étroitement liés les uns aux autres et ils ont été affectés par les plissements hercyniens au moins jusqu'à la série de Zarzaïtine inclusivement. Nous sommes donc inclinés à rapporter les séries 3, 4 et aussi 5, au *continental post-tassilien*.

En concordance au moins apparente sur la série de Taouratine, vient un ensemble d'argiles rouges et vertes, épais de 180 à 200^{m}, qui se subdivise ainsi :

1. A la base, des marnes vertes, sableuses, alternant avec des grès et graviers à ossements de Vertébrés. Un important gisement, à 15^{km} au Sud d'In Akhamil, a fourni une faune de poissons et de reptiles analogue à celle du *continental intercalaire* connue du Sud Marocain à l'Égypte et considérée comme crétacé inférieur : *Platyspondylus Foureaui*, *Onchopristis numidus*, *Ceratodus africanus*, grand *Lepidosteus*, Crocodiles, dents de *Megalosaurus*, fémur de Sauropode, et du bois de palmier silicifié.

2. Immédiatement au-dessus, on a observé en plusieurs points, intercalés dans des argiles rouges et vertes, deux bancs de calcaire sableux jaune clair à moules de Lamellibranches : *Exogyra* du groupe *Boussingaulti*; des Corbulidés, rappelant *Ursirivus*; des Mytilidés, *Adula* et probablement *Cuneolus*; un Vénéridé, évoquant *Eocallista*. Tous ces genres sont marins, littoraux ou d'estuaires, et connus au Crétacé. Un autre moule paraît comparable au Tancréidé portlandien *Eodonax*. L'ensemble de cette faunule se situerait assez bien dans le Crétacé inférieur (déterminations A. Chavan).

3. Vient alors une falaise, haute de 120^{m} en moyenne, d'argiles rouges et vertes avec couches de gypse. Au-dessus, commence le Cénomanien supérieur marin à *Neolobites Vibrayei*.

Ces observations confirment entièrement les idées de C. Kilian sur l'existence, dans les Grès de Nubie *sensu lato*, de deux complexes continentaux séparés par des mouvements orogéniques.

D'une part, le *continental post-tassilien* est maintenant bien défini depuis le Touat, le Nord-Est de l'Ajjer, le Sud (Monts Doumergue) et le Sud-Est du Fezzan, jusqu'au Désert lybique.

D'autre part, le *continental intercalaire* comporte peu de grès dans la région d'Ohanet. On y trouve une faune et une flore suggérant un âge crétacé inférieur. L'indication de brèves incursions marines vers la base de cette série, réputée purement continentale au Sahara algérien, est un fait nouveau à retenir.

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE. — *Sur des phénomènes actuels de sédimentation le long des côtes guyanaises*. Note de M. **Boris Choubert**, présentée par M. Charles Jacob.

Lorsque, venant des Antilles, on s'approche en bateau du continent sud-américain, une mer bleue et transparente fait place presque sans transition, au Sud-Est de l'île de la Trinité, à des eaux d'un gris brunâtre. Le survol des Guyanes et de la partie Nord du Brésil permet de voir que les eaux chargées de vase forment un liséré continu, large de dix kilomètres environ et long de plus de deux mille kilomètres, depuis l'embouchure de l'Orénoque jusqu'au delta de l'Amazone.

Sur toute cette immense étendue, le littoral est plat, gorgé d'eau et traversé par d'innombrables cours d'eau sinueux qui, à travers un front de palétuviers, se créent péniblement un chemin vers la mer. Entre les palétuviers et la forêt vierge qui couvre l'intérieur du pays, s'étendent des bandes parallèles de savane, séparées entre elles par d'étroites galeries forestières.

Si l'on compare aux cartes actuelles celles de la fin du XIXe siècle, on constate que les côtes ont avancé, en moyenne, de 10 à 15 kilomètres depuis quelque quatre-vingts ans. De multiples observations permettent d'affirmer que cette différence n'est pas due à des erreurs, mais bien à un apport de vase qui, par endroits, déplace rapidement le rivage : la pointe Béhague, la pointe Acoupa à l'embouchure de la rivière de Kaw, de même que la pointe des palétuviers à l'embouchure du Sinnamary, progressent de 100 à 150 mètres par an ; la pointe Isère, à l'extrémité de l'estuaire de la Mana, a gagné 2000 mètres environ au cours des dix dernières années.

A marée basse, on aperçoit une zone d'accroissement encore plus récente, faite de vase molle où la végétation n'a pas encore pris racine, et qui peut atteindre plusieurs centaines de mètres de largeur.

Non seulement cet envasement progressif entraîne de grosses difficultés pour la navigation, mais il crée également, à l'embouchure des fleuves, des hauts fonds qui gênent l'écoulement normal des eaux et provoquent l'inondation de l'arrière pays sur de vastes surfaces. Les profondeurs, près des côtes, oscillent autour de un mètre à partir du zéro des cartes et ce n'est que dans les estuaires qu'elles sont légèrement accentuées par les courants fluviaux; des fonds de —6 et au-dessus existent à l'embouchure du Mahury et de la rivière de Cayenne. Sur toute l'étendue des côtes, l'envasement se produit d'Est en Ouest, c'est-à-dire dans le sens des alizés et du courant équatorial.

Cet apport de vase a également pour conséquence la déviation des estuaires vers l'Ouest et l'allongement inusité de leur rive droite parallèlement à la ligne du rivage, de telle sorte que deux fleuves, qui avaient auparavant des embouchures distinctes, peuvent ainsi se trouver réunis. Ce curieux phénomène de géographie physique pourrait être appelé *confluence côtière par barrage sédimentaire*. Les exemples les plus typiques sont la capture de la crique Angélique par la rivière de Kaw et, au Surinam, les confluences plus anciennes de la Commewijne par la Cottica et du Surinam par la Commewijne. Si le processus persiste, la Mana aura, dans une vingtaine d'années, récolté le Maroni.

Deux causes semblent être à l'origine de la sédimentation : 1° le considérable alluvionnement de l'Amazone (et, plus à l'Ouest, de l'Orénoque et des fleuves secondaires), rabattu vers les côtes guyanaises par les courants marins et les vents dominants; 2° le lent mouvement épirogénique positif de toute cette partie de l'Amérique du Sud, dont la preuve est fournie par la présence de dépôts marins quaternaires à une distance notable des côtes. Des sables marins, recouvrant des lumachelles à faune presque actuelle, existent au Surinam à une trentaine de mètres d'altitude et à 25^{km} environ à l'intérieur des terres. Dans l'île de Cayenne, on recueille des débris de coquillages à 6^{m} environ au-dessus du zéro des cartes et, sur le flanc des collines, sont accrochées des terrasses marines se succédant de deux mètres en deux mètres, la plus élevée étant située à 45^{m} d'altitude. Plus haut encore, on trouve d'anciennes surfaces

d'érosion (ou d'abrasion ?), telles que le plateau du Mahury dont la *table* se trouve à 170^m.

Le mouvement épirogénique dont il vient d'être question se manifesterait au moins depuis le début du Quaternaire, sans être toutefois continu, ce que montrent des immersions passagères dont témoignent certaines formations continentales enfouies sous plusieurs mètres de sable ou d'argile. Il s'est certainement fait sentir plus tôt au Surinam, où les dépôts côtiers peuvent déjà être cultivés, qu'en Guyane française, où la vase est à peine fixée par les palétuviers. On peut en déduire que le bouclier guyanais a subi un certain gauchissement.

L'étude détaillée de cet exemple de sédimentation, qui ne se produit pas seulement à l'embouchure des fleuves, mais atteint ici une ampleur exceptionnelle, pourrait donner des indications précieuses sur certains aspects du processus de la sédimentation.

GÉOLOGIE. — *La paléogéographie du Massif vendéen pendant le Jurassique.* Note de M. **Gilbert Mathieu**, présentée par M. Charles Jacob.

Préoccupé depuis de nombreuses années de la paléogéographie du Lias en Vendée, j'ai toujours cherché, en profitant des révisions des cartes géologiques au 80000e, à reconstituer le plus exactement possible les lignes de rivages des anciennes mers d'après les phénomènes littoraux. On sait que de telles reconstitutions sont toujours délicates, car les limites actuelles d'affleurement sont des limites d'érosion.

I. *Lias.* — A l'Hettangien, la mer n'envahit que le Sud du Massif primaire de Vendée, allant en gros de Saint-Maixent aux Sables-d'Olonne, formant à partir d'Ardin un golfe profond à l'intérieur de la fosse de Chantonnay. La mer s'avançait d'autre part entre Olonne et l'Ile d'Yeu, déposant des couches à *Mytilus* au Hâvre de la Gâchère. Cette mer était très peu profonde avec une faune de Lamellibranches et de Gastéropodes, quelques Échinides, sans aucun Céphalopode. De nombreux îlots restaient émergés autour de Niort (Fressines) et de Fontenay-le-Comte (La Couture), et ils ne furent submergés qu'au Charmouthien. A l'Hettangien, la côte s'allongeait parallèlement aux plis hercyniens. La Forêt de l'Hermitain, l'Enclave de la Martinière et Melle étaient sur une île importante, tandis que la Forêt de la Saisine constituait un cap entre Saint-Maixent et Menigoute. La mer occupait par contre le Synclinal de Saint-Maixent.

Le Domérien marque l'ouverture du détroit poitevin, mais en plus de ce fait classique, la mer réalise des gains importants dans le Talmondais et surtout en Gâtine où le front de mer, fixé à Ardin, Champdeniers, Saint-Maixent et Menigoute à l'Hettangien, passe ensuite par La Chapelle-Thireuil, Allonne, Beau-

lieu-sous-Parthenay, Reffannes, Lhoumois, c'est-à-dire par les environs immédiats de la ville de Parthenay.

Comme indices du rivage à noter : dans la carrière de la Lande au Nord de Clavé, le Charmoutien (habituellement en calcaire saccharoïde) est représenté par un grès blanc, tandis qu'à Reffannes on observe d'importants conglomérats renfermant de gros galets de quartz avec des fragments de rostres de *Belemnites* très usés. La transgression se produit partout du Sud vers le Nord.

Le Toarcien développe un curieux mouvement tournant, prenant le massif vendéen à revers par le glacis de Thouars. La transgression se fait de l'Est vers l'Ouest, de Thouars vers Argenton-Château et Cholet, pendant l'héméra à *Hildoceras bifrons*. Le Toarcien a dû recouvrir les environs de Parthenay, fournissant l'argile bleue noire remaniée dans le Sidérolithique de Viennay. Le front de mer descend du Nord de Doué-la-Fontaine sur Argenton-Château, Louin, Viennay, Allonne, Ardin.

II. *Dogger*. — Le Bathonien continue les transgressions du Lias en Vendée. F. Wallerant [1] a déjà signalé les amas de silex noirs (perforés par les lithophages) parsemant le granite de Noirterre et des environs de Bressuire, silex identiques à ceux qui sont contenus dans le calcaire bathonien de la cimenterie d'Airvault-sur-Thouet. F. Wallerant n'a donné que des arguments lithologiques; or, à Gourgé, dans les amas considérables de silex remaniés par le Sidérolithique à l'endroit où le Dogger commence à être décalcifié, j'ai trouvé une empreinte de *Trigonia* qui nous apporte un argument paléontologique manquant jusqu'alors. Représentant le résidu de décalcification de tout le Dogger, les silex forment des dépôts très étendus sur le plateau des Brandes entre Maisontiers et Chiché, à mi-chemin entre Bressuire et Parthenay. Ce gisement, inconnu de F. Wallerant, permet de fixer l'extension de la mer depuis Doué-la-Fontaine jusqu'à Vasles par Bressuire et Parthenay. Tous les plis sud-armoricains de la Vendée ont été pris en écharpe et la Gâtine a été recouverte en grande partie. La direction de cette transgression sur le Bocage vendéen est de l'Est vers l'Ouest, d'Airvault vers le cristallin.

Entre ce littoral Sud-Ouest du Bassin de Paris passant par Doué-la-Fontaine, Bressuire, Vasles et le golfe de Chantonnay, dépendance du Bassin d'Aquitaine, il ne restait émergée qu'une bande de terres assez restreinte : le Haut Bocage avec le massif de granite de Pouzauges, Saint-Michel-Mont-Mercure et les crêtes de grès armoricain de La Châtaigneraie et de Saint-Pierre-du-Chemin. Ces dernières régions sont en effet dépourvues de tout résidu siliceux du Jurassique. Vers le Sud-Est les arêtes synclinales de Silurien s'ennoyaient sous la mer dès le Domerien à partir de la Forêt de Secondigny.

Le littoral du Bathonien déborde beaucoup à l'Ouest celui du Toarcien et il

---

[1] *Comptes rendus*, 120, 1895, p. 1004.

correspond dans les Deux-Sèvres au maximum de la transgression jurassique sur les granites. La différence est notoire avec ce qui se passe dans l'Est du bassin de Paris, où le dépôt des *schistes cartons de Lorraine* marque au Toarcien le plus grand développement du domaine marin.

CYTOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Action mitoclasique de l'aminothiazol* (*base*). Note (*) de MM. **Guy Deysson** et **Serge Laya**, présentée par M. René Souèges.

Nous avons mis en évidence, pour l'aminothiazol, des propriétés mitoclasiques dont les modalités ont été étudiées sur les méristèmes radiculaires d'*Allium Cepa* L., en suivant la technique quantitative de l'un de nous ([1]). Voici les faits observés.

1. *Concentration de* 0,25 %. — L'allongement des racines cesse dès les premières heures et l'on note ultérieurement un brunissement net de la zone sus-méristématique. Après 14 heures, l'action stathmocinétisante est totale et s'accompagne d'une action mitodépressive très marquée (29 cinèses seulement dans l'ensemble d'un méristème, 23 dans un autre); parmi les cellules à l'état de repos, on observe un grand nombre d'anomalies, portant à la fois sur les noyaux et sur le cloisonnement, et témoignant que ces cellules ont été le siège d'hémicinèses (dysfonctionnement du fuseau); ces cellules provenant d'hémicinèses sont, par exemple, au nombre de 1264 dans une préparation, soit 5 % de l'ensemble des cellules du méristème. Les stathmocinèses en cours s'achèvent ultérieurement et, après 62 heures, il n'y a plus aucune image cinétique; les *traces* d'hémicinèse ont évidemment persisté. De plus, on observe, chez de nombreux noyaux, un début de pycnose.

2. *Concentration de* 0,20 %. — L'allongement des racines est de 1 à 2^{mm}, puis cesse. On observe ultérieurement dans la zone susméristématique, un brunissement et une tuméfaction très faible, mais nette. Après 14 heures, l'action stathmocinétisante n'est pas encore totale, cependant que l'action mitodépressive est déjà marquée; on observe par exemple, dans un méristème, 100 cinèses dont 25 % sont normales et 2 % des tropocinèses; les hémicinèses représentent 41 % des anaphases et 66 % des télophases; les stathmocinèses : 64 % des métaphases et 41 % des anaphases. Les cellules provenant d'hémicinèses sont nombreuses (820 dans un méristème). Après 62 heures, toutes les cinèses ont disparu, mais les noyaux quiescents ne montrent pas encore de pycnose.

3. *Concentration de* 0,18 %. — L'allongement des racines n'est pas plus marqué que pour la concentration précédente; on observe encore un brunissement subterminal très léger. Après 21 heures, l'action mitodépressive est importante; on observe, par exemple, 224 cinèses seulement dans un méristème, et l'étude de leur répartition nous révèle que nous sommes ici exactement au début de l'action stathmocinétisante totale : les métaphases sont, en effet, toutes des stathmocinèses, tandis que les anaphases comprennent 50 % de stathmocinèses et 50 % d'hémicinèses, et les télophases : 7 % de stathmocinèses et 93 % d'hémicinèses. Les cellules provenant d'hémicinèses sont également nombreuses (1080 dans un méristème). Après 69 heures, on n'observe plus aucune mitose.

(*) Séance du 8 novembre 1948.

([1]) G. Deysson, *Thèse Doct. Pharm.* (*État*), Paris, 1948.

4. *Concentration* de 0,15 %. — L'allongement des racines est ici un peu moins brutalement inhibé. Au point de vue cytologique, les méristèmes ne diffèrent guère des précédents que par une diminution sensible du nombre des cellules provenant d'hémicinèses (on en a observé 170 dans un méristème, 130 dans un autre), ce qui indique qu'ici les anomalies cinétiques ont apparu plus tardivement. Après 69 heures, on observe encore quelques cinèses, toutes anormales (hémi- et stathmo-).

5. *Concentration de* 0,12 %. — L'allongement moyen des racines est de 4^{mm} en 21 heures (témoins 7^{mm}). Les cinèses sont alors pratiquement toutes normales; on relève, dans deux méristèmes, les proportions suivantes : cinèses normales 85 et 85,5 %; tropocinèses 13 et 12 %, ce qui est normal pour l'objet utilisé ([2]) et stathmocinèses 2 et 2,5 %. Les cellules provenant d'hémicinèses sont également exceptionnelles (2 dans l'ensemble d'un méristème, 3 dans un autre). L'action mitoclasique est donc pratiquement nulle; l'index mitotique est cependant fortement abaissé et témoigne d'une action mitodépressive très importante (il passe, en effet, à 14 et 16 ‰, contre 69 et 61 chez les témoins correspondants).

Cette étude apporte donc une confirmation nouvelle aux conclusions précédemment émises par l'un de nous sur le *syndrome mitoclasique* ([1]). Comme dans toutes ces expériences antérieures, nous constatons que l'action mitoclasique est inséparable d'une action mitodépressive. Le seuil de l'action mitodépressive apparaît ici très nettement avant celui de l'action mitoclasique. Des résultats comparables ont été antérieurement obtenus avec le camphre ([3]). Mais, dans les deux cas, les premiers troubles mitotiques observés sont



différents. Le camphre paralysait d'abord électivement le phragmoplaste, tandis que l'action mitoclasique de l'aminothiazol se manifeste en premier lieu par une dispersion marquée, une sorte de *pulvérisation* du fuseau, aboutissant à la formation de plusieurs noyaux inégaux; dans de telles cellules, le cloisonnement, bien qu'évidemment très troublé, n'est cependant pas totalement inhibé (*fig.* 1). D'autre part, on peut observer un effet stathmocinétisant total avant la disparition des cinèses. Enfin, ce n'est que dans le cas d'un traitement subléthal que l'aminothiazol provoque une très faible tuméfaction des racines.

([2]) G. Deysson, *Bull. Soc. Bot. Fr.*, **95**, 1948, séance du 18 juin.

([3]) M. Mascré et G. Deysson, *Bull. Soc. Bot. Fr.*, **92**, 1945, p. 103 et G. Deysson, *Comptes rendus*, **220**, 1945, p. 568.

BIOLOGIE. — *Compétition ou entr'aide au sein de l'espèce et de la race. Le cas des germinations de* Cinchona. Note de M. **Roland Portères**, présentée par M. Auguste Chevalier.

Biologie différentielle dans les germinations de Cinchona. — Les semences de *Cinchona*, 3000 au gramme, perdent très vite leur faculté germinative : 50 % à 5-6 mois en flacons bruns hermétiques. Les conditions des germoirs défavorisent encore leur longévité où elles souffrent d'être recouvertes au semis.

A densité 0,5-1,0 gramme au mètre carré, la levée, brutale et régulière a lieu à trois semaines et se termine en huit jours à 80-85 %. Après 2-3 mois on dépique les plantules pour transplantation. Durant cette période et plus tard, *on n'observe aucune levée nouvelle*.

A densité 4-6 grammes au mètre carré, mêmes caractéristiques de levée mais à 50-55 %. Après 2 mois, tous les 15 jours, puis les 1-2 et 3 mois, on dépique. Après chaque prélèvement de plantules *se produit une levée nouvelle*. Le phénomène s'observe pendant 6, 12, 18 mois et même 2 ans.

Interprétation A. — La levée très drue en semis *dense* fait spatialement obstacle à une levée totale. Le développement ultérieur limite de plus en plus les possibilités de levée des semences restantes. A chaque dépiquage se créent des places vides que comblent aussitôt de nouvelles germinations. Il y a donc *lutte* pour le maintien d'un espacement déterminé.

Interprétation B. — Des sécrétions radiculaires inhibitrices de germination sont produites et libérées dans le sol, à concentration d'autant plus élevée qu'il y a plus de plantules (que le semis est plus dense). Chaque dépiquage abaisse le taux de cette concentration. Il y a *aide* des plantules en faveur des semences en excès, les maintenant en vie latente (que les conditions du germoir soient favorables ou non à la germination) alors que livrées à elles-mêmes elles perdraient leur faculté germinative.

La conclusion à tirer de A ou de B ou de A et B doit tenir compte du résultat : *en semis dense, dès qu'apparaît la compétition spatiale les semences-sœurs sont protégées*. Cet enseignement se tire de la pratique expérimentale. Le fait est à rapprocher de la présence de plants de semis naturels sous l'ombrage des arbres à Quinquina et leur absence en dehors, même sous l'ombre d'autres arbres.

Concurrence et entr'aide interspécifique. — Il s'oppose au cas des forêts tropicales non aménagées et peu touchées par l'homme où la composition spécifique des *semis*, brins et baliveaux, est trop fréquemment en désaccord avec la frondaison semencière. Celle-ci, si elle est formée d'essences héliophiles, favorise sous elle les essences sciaphiles; un autre équilibre forestier

d'origine endogène se prépare; il existe un dynamisme évolutif intrinsèque au groupement et indépendant des conditions extérieures.

Ainsi, les cohabitations d'espèces diverses, ou cœnoses, ont des inter-relations de nature différente de celle des populations d'individus d'une seule race. Il y aurait *association* s'il y avait aide mutuelle. Or, *les* associations végétales *ne sont que les résultats de convergences écobiotiques; elles se désagrègent, se diffractent au prisme de la variation écologique*.

L'histoire du Hêtre est suffisamment explicite. La Hêtraie est devenue un refuge ([1]) : compagnes recherchant le milieu d'ombre (abri du Hêtre) ou l'humus doux, ou les deux à la fois. Elles se retrouveront isolées ou en moindre compagnonnage chaque fois qu'elles seront dans une écologie caractérisée par un certain complexe de facteurs qu'elles trouvaient chacune dans la Hêtraie. Concurrence entre compagnes, mais ce cortège ne concurrence et n'aide pas le Hêtre; celui-ci les protège en totalité ou en partie suivant l'état du milieu; en Hêtraie dense, le cortège est éliminé.

L'entr'aide intra-raciale. — En résumé, dans les cohabitations polyspécifiques, joue toujours la concurrence et parfois l'entr'aide. Les groupements d'individus d'une même race ont tendance à l'entr'aide jusque dans le devenir de leur progéniture. Cette collaboration est d'autant plus étroite, et éliminant d'autant la concurrence, que l'on atteint des unités de systématiques plus fines, des complexes raciaux plus tenus, pour enfin parvenir aux lignées quasi pures où l'entr'aide est portée au maximum et la concurrence au minimum.

Les pratiques de l'agriculture tendent à réduire la lutte interspécifique pouvant amener l'élimination de la race domestiquée (mauvaises herbes, maladies et insectes) et recherchent le développement de l'entr'aide intra-raciale par sélection de types fins; tous les individus y seront très apparentés pour qu'en peuplements ils puissent se soutenir mutuellement dans la lutte contre les facteurs biotiques adverses.

L'entr'aide et la non-concurrence intraspécifique mis en avant par les généticiens biologistes russes est à concevoir particulièrement au sein de l'*espèce jordanienne* (jordanospecies) et non linnéenne, celle-là pouvant se fragmenter en variétés, formes, puis lignées. Ils s'appuient sur les pratiques agricoles, au jardin et au champ, où, justement, les unités taxonomiques culturales sont intra-jordaniennes. Les nids, poquets, lignes (équidistantes ou jumelées), bosquets, îlots, touffes, montrent toujours une plus forte résistance des *individus* qui les composent aux facteurs adverses que quand ces individus sont isolés ou équidistants (ce qui revient au même).

([1]) P. Fournier, *Bull. Soc. Bot. Fr.*, 5-6, 1927, p. 416.

ENTOMOLOGIE BIOLOGIQUE. — *Sur l'absence de diapause embryonnaire chez certains individus de* Locusta migratoria *L. dans les Landes de Gascogne*. Note de M. **Roger Rœhrich**, présentée par M. Émile Roubaud.

Le type commun du Criquet migrateur des Landes, récemment défini par G. Remaudière [1] sous le nom de *Locusta migratoria gallica*, présenterait, tant à la phase *solitaria* qu'à la phase *gregaria*, une diapause embryonnaire; il s'agirait donc d'un type hétérodyname, à une seule génération annuelle. En dehors de ce type biologique, M. E. Roubaud [2] a récemment fait connaître qu'il existe dans le Midi de la France des représentants de *L. migratoria* à comportement homodyname, sans diapause. Or, le 21 octobre 1947, M. R. Pons capturait au lieudit le *Publanc*, à 10^{km} au Sud de Captieux (Gironde), une larve du troisième stade de *Locusta migratoria* L. Dans la même station, le 28 octobre [3], puis le 13 novembre, nous trouvions 43 autres larves s'échelonnant du premier au quatrième stade [4].

Ces insectes, mis en élevage individuel dans une étuve à 30°C., ont en effet pondu au bout d'une vingtaine de jours, et leurs œufs, placés à la même température, ont éclos 10 à 20 jours après la ponte. Cette reproduction ininterrompue en laboratoire est donc à rapprocher de la capture de larves si tard à l'automne dans la nature, et confirme l'hypothèse d'éclosions sans arrêt, issues de pontes de la fin du moins d'août ou du début de septembre 1947. D'autre part, la naissance de ces larves était certainement antérieure aux premiers froids, ce qui exclut toute réactivation par athermobiose.

La deuxième particularité concerne le *nombre des stades larvaires* : 11 sur 13 des femelles récoltées au Publanc ont présenté un stade larvaire supplémentaire, situé après le troisième et caractérisé, comme celui-ci, par des ébauches alaires *latérales* [5] : c'est le *stade 3 bis* (la taille de ces insectes était d'ailleurs nettement supérieure à celle des deux autres : longueur élytrale de $44^{mm},4$ à $45^{mm},6$, au lieu de $37^{mm},0$ à $39^{mm},1$). Toutefois, cette particularité a concerné seulement les individus capturés dans la nature, leurs descendants n'ayant présenté que

(1) *Comptes rendus*, **225**, 1947, p. 1025-1026.

(2) *Comptes rendus*, **225**, 1947, p. 909-911.

(3) Récoltes faites avec l'aide de MM. Chaboussou, Berjon et Pons.

(4) Il ne nous a pas été possible de retrouver ces Criquets au printemps de 1948, les insectes n'ayant probablement pas pu supporter dans la nature le froid de l'hiver.

(5) Rappelons que le stade 4 normal est caractérisé par la position *dorsale* des ébauches alaires.

les cinq stades normaux, à l'exception d'une femelle ayant eu un âge 4 *bis* (6).

Par ailleurs, les rapports morphologiques, H/C, P/C et M/C (7) des adultes obtenus à partir des larves capturées au Publanc sont très voisins de ceux des individus de la phase *solitaria* de *L. m. gallica* Remaudière. Au contraire, les Insectes obtenus d'élevage à partir de larves de *L. m. gallica*, phase *gregaria*, même maintenues dès l'éclosion dans des conditions absolues d'isolement, possèdent des indices indiquant nettement une tendance grégaire, phase *transiens* (grégarisme résiduel) (8). On constate d'ailleurs un effet analogue chez les descendants des Insectes du Publanc, les géniteurs étant demeurés par couples un certain temps en laboratoire au moment de la reproduction (grégarisme sexuel) (9). Cette différence de phase entre les deux générations pourrait d'ailleurs expliquer la différence dans le nombre des stades larvaires chez les femelles.

Quoi qu'il en soit, les Criquets capturés au Publanc, de phase indubitablement *solitaria*, sont homodynames. Il s'agirait donc de savoir s'ils appartiennent au type commun des Landes, auquel cas la conception de l'hétérodynamie pour la phase *solitaria* chez *L. m. gallica* Remaudière devrait être abandonnée, ou bien si l'on est en présence d'une race particulière, ne différant de la précédente que par des caractères biologiques, comme l'a indiqué E. Roubaud pour le biotype méditerranéen. La question ne pourra être tranchée que par l'étude et l'élevage sérié de Criquets solitaires capturés dans la nature.

A 15h50m l'Académie se forme en Comité secret.

---

(6) Ce cas exceptionnel d'un stade supplémentaire a d'ailleurs déjà été signalé par Nikolsky (cf. *The asiatic locust*, Leningrad, 1925) pour une femelle de *L. m. migratoria* L. en Russie et par Key (cf. *Bull. Ent. Res.*, 27, 1936, p. 77-84) en Afrique tropicale pour l'ensemble des femelles de *L. m. migratorioïdes* R et F issues de deux oothèques; d'autre part, B. Zolotarevsky (cf. *Ann. Epip.*, 19, 1933, p. 72-73) à Madagascar a observé le stade 3 *bis* pour toutes les femelles et les trois quarts des mâles de *L. m. capito* Sauss. Ce stade supplémentaire est aussi normal chez les femelles des Criquets de certaines stations méditerranéennes françaises (race de Palavas).

(7) Il n'a pas été tenu compte du rapport E/F qui est en partie sous la dépendance des conditions d'hygrométrie.

(8) R. Chauvin, *Contribution à l'étude physiologique du Criquet pèlerin et du déterminisme des phénomènes grégaires* (*Thèse*, Paris, 1941, p. 154-156).

(9) R. Chauvin, *op. cit.*, p. 253-254.

COMITÉ SECRET.

La Section d'Anatomie et Zoologie, par l'organe de son Doyen, présente la liste suivante de candidats à la place vacante, par l'élection de M. *Robert Courrier*, aux fonctions de Secrétaire perpétuel.

En première ligne..........	M. **René Jeannel**.
En seconde ligne, ex æquo, *par ordre alphabétique*....	MM. **Christian Champy**. **Emmanuel Fauré-Frémiet**. **Pierre-P. Grassé**. **Étienne Rabaud**. **Georges Teissier**.

Les titres de ces candidats sont discutés.

L'élection aura lieu en la prochaine séance publique.

La séance est levée à $17^h 45^m$.

L. B.

ERRATA.

(Séance du 31 mai 1948.)

Note de MM. *Antoine Lacassagne*, *N. P. Buu-Hoï*, *Nguyen Hoan* et *Georges Rudali*, Sur le pouvoir cancérigène des dérivés 10-halogénés du 1.2-benzanthracène :

Pages 1852, par suite d'une confusion, les indications données sur le 10-chloro-1.2-benzanthracène concernent en réalité le 9.10-dichloro-1.2-benzanthracène. Les indications concernant le 10-chloro-1.2-benzanthracène seront données ultérieurement.

(Séance du 27 septembre 1948.)

Note de M. *E. F. Collingwood*, Sur certains ensembles définis pour les fonctions méromorphes :

Page 617, ligne 27, *au lieu de* $G[a, \sigma(r), p(r)]$, *lire* $G[r, \alpha, \sigma(r)]$;
» » » 30, *au lieu de* séries, *lire* ensembles.

Note de M. *E. F. Collingwood*, Une inégalité dans la théorie des fonctions méromorphes :

Page 710, ligne 5, *au lieu de* $A < r < B$, *lire* $A < r < R$.

(Séance du 4 octobre 1948.)

Note de MM. *C. T. Ionescu Tulcea* et *G. Marinescu*, Sur certaines chaînes à liaisons complètes :

Page 669, ligne 15, première inégalité, membre gauche, *au lieu de* N, n, p, *lire respectivement* n, m, P.
Page 669, ligne 28, *au lieu de* T, *lire* T, si $a_j(x) \geq 0$ $(j = 1, \ldots, r)$.

(Séance du 11 octobre 1948.)

Note de M. *E. F. Collingwood*, Inégalités relatives à la distribution des valeurs d'une fonction méromorphe dans le plan fini :

Page 750, ligne 25, *au lieu de* $< \delta(a)$, *lire* $< \Delta(a)$;

» 751, » 2, *au lieu de* $\overline{\lim_{r=\infty}} \frac{P[r, a, \sigma(r)]}{T(r, f)} \geq \overline{\lim_{r'=\infty}} \frac{P[r', a, \sigma(r')]}{T(r', f)}$,

lire

$$\overline{\lim_{r=\infty}} \frac{P[r, a, \sigma(r)] \log r}{T(r, f)} \geq \overline{\lim_{r'=\infty}} \frac{P[r', a, \sigma(r')] \log r'}{T(r' f)}.$$

(Séance du 11 octobre 1948.)

Note de M. *E. F. Collingwood*, Inégalités relatives à la distribution des valeurs d'une fonction méromorphe dans le cercle unité :

Page 814, ligne 23, *au lieu de* nous aurons d'après le lemme 1, $r=1$ comme point limite de $E[a, \sigma(r), p(r)]$, *lire* $r=1$ n'est pas un point limite de $E(a, \sigma(r), p(r)]$, d'après le lemme 2.

(Séance du 27 octobre 1948.)

Note de M. *Vladimir Kourganoff*, Une solution du problème de Milne par la méthode variationnelle, appliquée à un développement exponentiel de la fonction source :

Page 897, ligne 11, *au lieu de* 0,010, *lire* 0,10.